N° 82

CONSIDÉRATIONS SUR LA RECHERCHE

DU MOUILLAGE ET DE L'ÉCRÉMAGE

DANS LE LAIT DE VACHE

THÈSE

présentée et publiquement soutenue à l'École supérieure de Pharmacie de Montpellier

Le juin 1912

PAR

Paul GOUIRAND

Licencié ès sciences (Sorbonne)
Ancien Élève de l'Institut Pasteur de Paris
Bactériologue des Épidémies, agréé par le Ministère de l'Intérieur
Chimiste-Expert des Tribunaux
Pharmacien en chef des hôpitaux d'Avignon

Pour obtenir le grade de Docteur en Pharmacie

JURY : MM. H. IMBERT, professeur, *président*
ASTRE, professeur.
TARBOURIECH, agrégé

MONTPELLIER
IMPRIMERIE GENERALE DU MIDI
—
1912

N° 82

CONSIDÉRATIONS SUR LA RECHERCHE

DU MOUILLAGE ET DE L'ÉCRÉMAGE

DANS LE LAIT DE VACHE

THÈSE

présentée et publiquement soutenue à l'École supérieure de Pharmacie de Montpellier

Le juin 1912

ACAD.
MED. NAT.
BIBL.

PAR

Paul GOUIRAND

Licencié ès sciences (Sorbonne)
Ancien Élève de l'Institut Pasteur de Paris
Bactériologue des Épidémies, agréé par le Ministère de l'Intérieur
Chimiste-Expert des Tribunaux
Pharmacien en chef des hôpitaux d'Avignon

Pour obtenir le grade de Docteur en Pharmacie

JURY : MM. H. IMBERT, professeur, *président*
ASTRE, professeur.
TARBOURIECH, agrégé

MONTPELLIER
IMPRIMERIE GENERALE DU MIDI

1912

ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE DE MONTPELLIER

ADMINISTRATION

MM.	G. MASSOL (I. P. ✪).....	*Directeur.*
	F. JADIN (I. P. ✪).....	*Assesseur.*
	E. IZARD (I. P. ✪	*Secrétaire.*
	H. GOT (I. P. ✪).....	*Secrétaire honoraire.*

PROFESSEURS

MM.	L. COURCHET (I. P. ✪).....	*Histoire naturelle des médicaments. Botanique.*
	G. MASSOL (I. P. ✪).....	*Physique.*
	Ch. ASTRE (I. P. ✪).....	*Chimie générale.*
	L. PLANCHON (I. P. ✪)..... ..	*Matière médicale.*
	F. JADIN (I. P. ✪).....	*Pharmacie.*
	H. IMBERT (I. P. ✪).....	*Chimie analytique et Toxicologie.*
	H. FONZES-DIACON (I. P. ✪)....	*Chimie minérale.*

PROFESSEUR ADJOINT

M.	A. ASTRUC (I. P. ✪).....	*Pharmacie galénique. Hydrologie.*

CHARGÉS DE COURS

MM.	L. GAUCHER (I. P. ✪).....	*Botanique cryptogamique. Zoologie.*
	P.-J. TARBOURIECH (I. P. ✪)....	*Chimie biologique.*

AGRÉGÉS

MM. L. GAUCHER (I. P. ✪).
A. ASTRUC (I. P. ✪).
P.-J. TARBOURIECH (I. P. ✪).

CHEFS DES TRAVAUX PRATIQUES

MM.	M.-A. FAUCON (A. ✪).....	*Physique.*
	A. JUILLET.....	*Histoire naturelle.*
	FARRÉ	*Chimie et Pharmacie.*

NOTA.—L'École de Pharmacie n'accepte la responsabilité d'aucune des opinions émises par les candidats dans les Thèses ou Synthèses qui lui sont présentées.

A MA FEMME ET A MON FILS

A Monsieur le Professeur Henri IMBERT

P. G.

CONSIDÉRATIONS

SUR LA

RECHERCHE DU MOUILLAGE ET DE L'ÉCRÉMAGE DANS LE LAIT DE VACHE

Au cours de notre pratique fréquente des analyses de lait, nous avons été souvent frappé des difficultés de tous ordres auxquelles se heurtent les experts.

Les unes, dont on ne tient peut-être pas assez compte, proviennent des méthodes d'analyse.

Les autres, dont on semble s'être inquiété davantage, proviennent de l'inconstance de composition centésimale du lait.

Le lait est une émulsion de matière grasse dans un liquide sucré et légèrement salin : émulsion qui doit sa stabilité à une matière albuminoïde, la caséine, et dont la composition qualitative est constante à l'état normal comme celle de tous les liquides de l'organisme.

Son analyse chimique, telle qu'elle est actuellement pratiquée, indique avec une grande précision la proportion centésimale des principaux éléments constitutifs : matières fixes, beurre, lactose, caséine, sels. Mais elle a jusqu'à présent, comme résultat principal, montré surtout que ces éléments varient entre des limites assez étendues suivant les conditions physiologiques dans lesquelles se trouve placé l'animal producteur : race, individualité, moment de la traite, âge de la

bête, nombre de vêlages, époque de la lactation, alimentation, saison, climat.

Elle est impuissante, à elle seule, dans certains cas, à entraîner la conviction en matière de fraude par écrémage ou mouillage.

Il est vrai que des méthodes physiques, plus précises, et moins influencées par les variations naturelles de la composition du lait, ont été imaginées, soigneusement étudiées, et contrôlées par de très nombreuses applications. Mais ces méthodes sont mises en défaut par les altérations que subissent les échantillons entre le jour du prélèvement et le moment de l'expertise, malgré l'addition de bichromate de potassium comme conservateur.

Nous nous proposons d'étudier certains procédés d'analyse récemment proposés, et qui paraissent présenter, dans les conditions actuelles de l'expertise, de sérieux avantages.

Quel que soit leur degré de précision, il est probable que ces procédés seront, eux aussi, influencés par les diverses causes de variations que nous avons déjà signalées. Ils le seront peut-être par d'autres, encore en discussion à cette heure, et dont nous nous proposons d'observer la répercussion sur les résultats analytiques.

Nous serons donc appelé à faire une revue critique des procédés d'analyse chimique et des méthodes physiques d'examen du lait entier, et du lacto-sérum. Nous examinerons les conséquences des altérations qui troublent certains chiffres malgré la présence d'un antiseptique. Enfin, nous étudierons les moyens les plus précis et les plus pratiques qui permettent, dans l'interprétation des résultats, d'estimer à leur réelle valeur les arguments que l'on tire trop souvent des variations naturelles de composition du lait, et de l'action jusqu'ici mal connue de certains modes défectueux d'alimentation du bétail.

PREMIÈRE PARTIE

Les Méthodes d'Analyse

CHAPITRE PREMIER

Analyse chimique du Lait

Les premières analyses précises du lait de vache ont été faites par Poggiale, en 1849 (1). D'ailleurs, jusqu'à ces dernières années, tous les ouvrages d'analyses chimiques indiquaient que le procédé de dosage du lactose par réduction du tartrate cupro-potassique avait été imaginé par ce chimiste.

Et dès 1857, un rapport présenté au Conseil d'hygiène et de salubrité du département de la Seine (2) déclarait que « la science possède des moyens certains de constater les fraudes dont le lait peut être l'objet... Des expériences multipliées, faites dans des contrées différentes, ont permis d'établir avec certitude la composition moyenne du lait de bonne qualité, et les variations extrêmes que cette composition peut présenter... L'analyse chimique peut démontrer avec certitude et précision les proportions d'eau et de matières fixes dont le

(1) Poggiale. C. R. Ac. des Sc., tome XXVIII, 1849, p. 505.

(2) Rapport général sur les diverses questions relatives au commerce du lait, par une Commission composée de MM. Payen, président; Baube, Bouchardat, Bussy, Chevalier, Mathieu, Trébuchet, Vernois; Boudet, rapporteur. — Approuvé par le Conseil d'hygiène du département de la Seine dans sa séance du 15 mai 1857.

lait est composé, les proportions de beurre, de lactine, de caséine et albumine, et de sels qu'il renferme ».

On déterminait déjà le taux de ces éléments constitutifs, comme l'indique ce même rapport : l'*extrait*, ou matières fixes, par évaporation au bain-marie d'un poids connu de lait ; — le *beurre*, soit directement au moyen de l'éther sulfurique, soit au moyen du butyromètre de Marchand ; — la *lactine*, soit au moyen du polarimètre Soleil, soit par le procédé Poggiale, soit par l'analyse immédiate ; — les *sels*, par incinération du résidu sec d'évaporation d'un poids connu de lait ; — la *caséine* et l'*albumine*, ensemble, par différence, en retranchant du poids des matières fixes la somme des poids de beurre, de lactine et de sels.

On n'a pas introduit, depuis, de changement bien notable dans la pratique des analyses de lait. Il y a même encore des chimistes qui n'y ont rien changé.

Cependant, d'importants travaux ont été faits ; on a apporté des modifications nombreuses aux anciens procédés ; on a proposé de nouvelles méthodes de dosage des divers éléments. Chacune de ces méthodes a ses partisans : et le résultat de toutes ces recherches est que les chimistes opèrent actuellement suivant des techniques différentes.

Certes, tous demandent l'unification des méthodes. Mais, en attendant, ils considèrent chacun la leur comme la meilleure. Des essais d'unification ont pourtant été faits ; et l'on peut affirmer, sans exagération, que la publication au *Journal officiel* du 9 mars 1907, par les soins du Ministère de l'Agriculture des méthodes imposées aux laboratoires agréés du Service de la répression des fraudes, constitue un de ces essais les plus efficaces.

Détermination de l'extrait sec

La méthode officielle prescrit :

« Evaporer 10 cc. de lait dans une capsule en platine, à fond plat, de 70 millimètres de diamètre et de 20 millimètres

de hauteur. Chauffer pendant sept heures sur un bain-marie fermé par un couvercle de cuivre dans lequel sont ménagées des alvéoles de la dimension des capsules. Ces alvéoles plongent dans l'eau bouillante du bain-marie, et le dégagement de la vapeur de celui-ci se fait par une cheminée latérale. La proportion d'extrait est calculée par litre de lait. »

On voit aisément que cette méthode n'a rien d'absolu, et que ses résultats doivent être conventionnels, comme l'est sa technique. M. Villiers en a montré les inconvénients (1), et conseille d'opérer dans le vide, sur l'acide sulfurique : soit environ six jours d'attente.

Aussi emploie-t-on avec raison dans beaucoup de laboratoires le procédé Peter (2), qui donne les mêmes résultats en 24 heures.

C'est ce procédé qui paraît être à la fois le plus sûr et le plus pratique. Mais on peut, avec les mêmes garanties, employer une technique indiquée par M. Meillère (3), et dont nous exposerons bientôt les avantages. D'autre part, la méthode officielle compense ses inconvénients par ce fait que son utilisation presque générale la rend en quelque sorte obligatoire désormais. D'ailleurs, son inexactitude, plus théorique que pratique, disparaît devant cet autre fait que le temps d'évaporation prescrit, sept heures, correspond au moment où les poids des extraits dans le vide et à 95° sont égaux (4).

Extrait dégraissé

L'extrait dégraissé comprend la totalité des matières fixes du lait, moins la matière grasse ; et on l'obtient généralement

(1). Villiers, Collin et Fayolle. Aliments lactés et aliments gras, 1911, p. 41.

(2) Denigès. Précis de chimie analytique, 2e édition, p. 770.

(3) Meillère. Emploi des étuves à 37° en chimie analytique (*Journal de Ph. et de Ch.*, 1er décembre 1902).

(4) Villiers, Collin et Fayolle. *Loco citato.*

par différence, en retranchant le poids de beurre du poids de l'extrait sec.

Le procédé de M Meillère, que nous venons de signaler, permet au contraire de déterminer directement l'extrait dégraissé. Nous estimons, pour cette seule raison, qu'il est préférable au précédent calcul par différence dont les résultats peuvent être faussés par des erreurs commises tant dans la détermination de l'extrait sec total que dans le dosage de la matière grasse.

On en trouvera l'exposé complet dans le *Bulletin des sciences pharmacologiques*, 10e année, n° 5, mai 1908, E.-G. Meillère : « Considérations sur l'analyse du lait », p. 269. Cet article est la reproduction d'une communication faite par l'auteur au Congrès de chimie appliquée de Rome.

Par comparaison des deux méthodes, et d'une technique intermédiaire consistant à évaporer le lactoplasma de Meillère suivant les prescriptions du procédé officiel, nous avons obtenu les résultats suivants :

ÉLÉMENTS DOSÉS	MÉTHODE officielle	TECHNIQUE intermédiaire	PROCÉDÉ MEILLÈRE
Lait N° 1			
Matière grasse.....	»	33.40	33.40
Extrait dégraissé.....	»	88.58	91.04
Extrait sec total.....	122.22	121.98	124.44
Lait N° 2			
Matière grasse.....	»	37.94	37.94
Extrait dégraissé.....	»	81.90	84.20
Extrait sec total.....	120.80	119.84	122.14

Ces résultats ne sont donc comparables que si l'évaporation du lactoplasma de M. Meillère est faite, comme l'indique la méthode officielle, au bain-marie pendant sept heures. Et

nous croyons, étant donné ses avantages sur les autres modes opératoires, que ce dernier procédé peut remplacer sans crainte la méthode officielle.

Il est à peine besoin de faire remarquer que les deux pesées (beurre d'une part, et extrait dégraissé de l'autre) peuvent être additionnées pour donner le poids total de l'extrait sec. Ce dernier se trouvera ainsi déterminé dans des conditions qui éliminent les causes d'altération.

Dosage du beurre

Il est toujours préférable, lorsqu'on fait l'analyse complète d'un mélange, d'effectuer le plus grand nombre de dosages possible sur la même prise d'essai.

Nous ne rappellerons donc pas les méthodes qui nécessitent des prises d'essai nouvelles à chaque détermination. Il en est, certes, d'excellentes, par exemple les procédés de M. Denigès pour les dosages du lactose et de la caséine (1). Mais d'autres techniques, aussi précises, s'accommodent parfaitement d'être pratiquées sur les diverses portions séparées d'une seule et même prise d'essai par une sorte d'analyse immédiate préalable.

Cette séparation est obtenue, dans les méthodes officielles, par précipitation acétique simultanée de la caséine et des matières grasses sous forme de coagulum : le liquide isolé, renfermant le lactose et les sels solubles, correspond finalement à une dilution au dixième de la prise d'essai.

La méthode Meillère sépare tout d'abord le beurre seul.

Ces trois méthodes ont des qualités différentes. La plus rapide est celle de Meillère. La plus laborieuse et la plus longue est celle du procédé officiel sans centrifugation. Par contre, cette dernière est la plus exacte. Mais des deux

(1) Denigès. *Loc. cit.*, pp. 783 et 791.

autres, c'est l'Adam-Meillère qui nous a, dans tous les cas, fourni les résultats les plus rapprochés de ceux obtenus par ailleurs par extraction au Soxhlet, ainsi que le montrent les exemples suivants :

MÉTHODES	LAIT N° 1	LAIT N° 2
Méthode officielle (centrifugation)	3,25	2,75
— (Soxlhet)	3,35	2,82
Méthode Adam Meillère	3,34	2,85

La perte de matière grasse constatée dans les dosages par centrifugation semble ne pas provenir du mode d'épuisement. Ce dernier, soigneusement expérimenté par MM. Bordas et Touplain, assure en effet la dissolution complète de tout le beurre entraîné dans le coagulum, après séparation des liquides hydro-alcooliques de lavage qui tiennent en solution le lactose et les sels solubles. Nous l'avons nous-même contrôlé en lixiviant au Soxhlet la caséine résiduelle.

Cette perte se produirait plutôt au cours de la décantation de ces liquides de lavage. Il n'est pas rare, en effet, d'observer à la surface du liquide, après centrifugation, une mince pellicule presque translucide, moins dense que l'alcool à 50°, et qu'une centrifugation prolongée ne peut amener au fond des tubes. La décantation l'entraîne avec la solution de lactose : et cette pellicule est précisément formée par de la matière grasse séparée du coagulum, surtout dans les laits conservés un peu anciens. Nous nous en sommes aperçu un jour où la température du laboratoire était parvenue à liquéfier la pellicule sous forme de gouttelettes de beurre fondu.

A la suite de cette constatation, nous avons sur une deuxième prise d'essai dosé la matière grasse par extraction au Soxhlet. D'autre part, nous avons pesé séparément le beurre obtenu par la série régulière des opérations du procédé avec centrifugation, et celui qui avait été entraîné en décantant la

solution hydro-alcoolique de lactose. Cette portion fut isolée par filtration sur papier mouillé, puis extraite au Soxhlet.

Le procédé officiel par filtration, et lixiviation méthodique, fournissait un chiffre de beurre correspondant à 37 gr. 94 par litre de lait ; et la somme des deux autres dosages : 33,24 + 4,66 = 37 gr. 80. L'égalité pratique de ces deux résultats vérifiait donc notre observation. Elle confirmait en outre, et expliquait, l'inexactitude précédemment constatée de la méthode officielle par centrifugation.

Il semble donc que le procédé Adam-Meillère, qui a déjà le grand avantage de permettre la détermination directe de l'extrait dégraissé, possède de plus le double privilège, au point de vue du dosage des matières grasses, d'une exactitude réelle et d'une grande rapidité d'exécution.

Dosage de la caséine

On trouvera dans tous les ouvrages récents la description des méthodes officielles de dosage du beurre, de la caséine et du lactose.

Elles paraissent sûres. Mais il est parfois possible que le lavage du coagulum n'entraîne pas tout le lactose, et que l'épuisement par l'éther ne sépare pas entièrement tout le beurre. Or, le résultat de cette extraction incomplète serait de fournir à la fois des poids trop faibles de beurre et de lactose, et un chiffre trop fort de caséine : la somme de ces trois éléments restant la même, et ne permettant pas par conséquent de vérifier l'exactitude des opérations. De plus, la mise en œuvre du procédé sans centrifugation nécessite l'emploi d'un filtre taré et le lavage sur filtre du précipité : MM. Bordas et Touplain (1), dans l'exposé de leur méthode

(1) Bordas et Touplain. Nouvelle méthode rapide et complète pour l'analyse des laits ordinaires et des laits industriels : Catalogue E. Adnet, n° 14, p. 25.

par centrifugation, se flattant avec raison « d'avoir écarté toutes les difficultés inhérentes aux filtrations délicates, ainsi qu'à l'emploi des filtres tarés ».

Pour échapper, dans la mesure du possible, à ces incertitudes invérifiables, nous employons la méthode de M. Meillère avec les modifications suivantes :

L'extraction de la matière grasse est faite sur une prise d'essai de 25 cc. de lait, et le liquide opalescent résiduel, additionné de quelques gouttes supplémentaires de teinture de cochenille, jusqu'à suffisante coloration, est porté exactement au volume de 75 cc.

L'extrait dégraissé est déterminé par évaporation à 95°, pendant sept heures, dans une capsule de 70 millimètres, de 15 cc. de ce liquide, c'est-à-dire de 5 cc. de lait.

15 cc. de ce même liquide, correspondant à 5 cc. de lait, et 10 cc. d'alcool à 95°, versés dans un tube pour centrifugeur, sont additionnés goutte à goutte d'acide acétique au dixième en agitant continuellement le mélange avec un petit agitateur, jusqu'à réaction franchement acide vérifiée par le virage de la cochenille. Le mélange contient environ 50 % d'alcool pur. Après centrifugation de 15 minutes, le liquide est décanté dans une fiole jaugée de 100 cc., et le résidu soigneusement délayé dans 20 cc. d'alcool à 50° est de nouveau centrifugé pendant un quart d'heure.

Ce lavage, suivi de centrifugation, est répété une deuxième fois avec 15 cc. d'alcool à 50°. Tous les liquides décantés sont réunis dans la fiole jaugée, et le volume de 100 cc. est complété par addition d'eau distillée.

Le liquide finalement obtenu, constitué par la solution du lactose de 5 cc. de lait dans 100 cc. d'alcool à 30° environ, sert au dosage de cet élément, comme nous l'exposerons plus loin.

Le résidu de centrifugation, caséine, et sels insolubles dans l'alcool à 50°, est desséché à 100° jusqu'à poids constant, etc.

Dosage du lactose

Ce dosage est opéré, dans les trois méthodes indiquées précédemment, sur le liquide séparé du beurre et de la caséine, et qui représente une dilution du lait au dixième pour les méthodes officielles, et au vingtième pour celle que nous suivons.

Réactif. — Nous employons, suivant les indications de M. Denigès (1), deux solutions séparées, isolément inaltérables, mêlées seulement au moment du dosage : à raison de 5 cc. de solution cuprique, 10 cc. de solution tartrique alcaline et 10 cc. d'une solution à 2,50 % de ferrocyanure de potassium (car nous suivons pour les dosages de sucres le mode opératoire préconisé par M. Bonnans).

Titrage de la solution cupro-tartrique. — On titre généralement la liqueur de Fehling, dans les laboratoires, par rapport au glucose ou au sucre interverti ; et l'on dit : 10 cc. de cette liqueur sont réduits par p milligrammes de glucose (p représente le titre du réactif).

Mais tous les sucres n'ont pas le même pouvoir réducteur, et quand on connaît le titre en glucose d'une liqueur cupro-tartrique, on a coutume de transformer ce titre en lactose par le calcul, sachant que p milligrammes de glucose correspondent à $1{,}39 \times p$ milligrammes de lactose anhydre, et à $1{,}46 \times p$ milligrammes de lactose hydraté (Denigès).

Les auteurs de la méthode officielle ont prévu ce calcul en signalant que 10 cc. de liqueur de Fehling correspondent à 0 gr. 050 de glucose, ou à 0 gr. 06925 de lactose hydraté, c'est-à-dire à $1{,}385 \times p$ au lieu de $1{,}46 \times p$ comme l'indique M. Denigès.

Il n'y a donc pas accord entre chimistes sur le rapport

(1) Denigès. *Loc. cit.*, pp. 465, 468 et 472.

des pouvoirs réducteurs de ces deux sucres. Et pour un même résultat volumétrique de dosage, on obtiendra des poids très différents de lactose suivant l'ouvrage consulté au moment de faire ce calcul. Nous avons cru intéressant, à ce sujet, de rapprocher dans le tableau suivant, pour en montrer les divergences, les valeurs données à ces rapports par les principaux auteurs.

NOMS DES AUTEURS	Coefficient correspondant au lactose anhydre	Coefficient correspondant au lactose hydraté
Denigès	1,39	1,46
Guiart et Grimbert		
Méthode officielle	»	1,385
Berthelot et Jungfleisch		
Arthus		10/7
Villiers, Collin et Fayolle	»	soit environ
A. Gautier et Délépine		1,4286
L. Prunier		
Codex de 1908	1,294	1,362
Haller et Girard	1,35	1,42
Frésénius		
Yvon et Ch. Michel	1,448	1,524

Nous ne saurions, sincèrement, quelle raison invoquer pour employer l'un de ces coefficients plutôt qu'un autre. Cependant ils diffèrent au point que, pour un résultat de dosage correspondant à 4 de glucose, par exemple, le chiffre calculé de lactose serait :

NOMS DES AUTEURS	EN LACTOSE anhydre	EN LACTOSE hydraté
Denigès, ou Guiart et Grimbert	5.56	5.84
Méthode officielle	»	5.54
Berthelot et Jungfleisch, etc	»	5.714
Codex de 1908	5.176	5.448
Haller et Girard, ou Frésénius	5.40	5.68
Yvon et Ch. Michel	5 792	6.096

De telle sorte que pour un même lait, normal, l'emploi de ces coefficients pourrait donner, suivant le choix, des chiffres de lactose variant de 51 gr. 76 à 57 gr. 92 par litre à l'état anhydre, et de 54 gr. 48 à 60 gr. 96 à l'état hydraté.

Nous évitons cette incertitude en opérant le dosage comparativement avec une solution de lactose anhydre à 2 gr. 50 pour 1.000 dans l'alcool à 30° : adoptant ce titre et ce solvant pour que le titrage de la liqueur cupro-tartrique et le dosage du lactose dans le sérum dilué soient faits tous deux dans les conditions les plus rapprochées de concentration et de composition. En effet, notre sérum dilué renferme de 2 à 3 pour 1.000 de lactose, dissous dans un mélange d'eau et d'alcool à 30°.

Ce mode de préparation de la liqueur titrée de lactose possède, en outre, l'avantage d'assurer sa conservation indéfinie. Nous employons actuellement une liqueur semblable, faite depuis plus d'un an, et restée absolument neutre au tournesol.

Quant au réactif cupro-tartrique, en deux solutions, que nous utilisons en ce moment : 5 cc. de solution cuprique, additionnés de 10 cc de liqueur tartrique alcaline et de 10 cc. de ferrocyanure de potassium à 2,50 %, sont exactement réduits par 20 milligrammes de glucose, et par 27 milligr. 75 de lactose anhydre.

Préparation de la liqueur titrée de lactose. — Dissoudre à froid, dans 50 cc. d'eau distillée, environ 3 grammes de lactose cristallisé chimiquement pur. Compléter le volume à 100 cc. Après quelques heures de repos, parce que le pouvoir rotatoire du lactose est plus grand de moitié dans les premiers moments de la dissolution, mesurer la déviation polarimétrique en degrés d'arc, à une température voisine de

20°, dans un tube de 20 centimètres, — et calculer le poids pour 100 d'après les résultats de Schmœger (1).

Ce pourcentage connu, prendre exactement le volume de solution correspondant à 2 gr. 50 de lactose anhydre, et faire une liqueur à 2,50 pour 1.000 dans l'alcool à 30°, en ajoutant 500 cc. d'alcool à 60° et quantité suffisante d'eau distillée pour 1.000 cc.

Manière d'exprimer le lactose. — Au cours de ces observations, nous avons été amené à faire une distinction entre les résultats exprimés en lactose anhydre et ceux exprimés en lactose hydraté. Evidemment, il faut avec soin éviter toute confusion à ce sujet, car les chiffres de lactose anhydre représentent seulement les 19/20es du poids de lactose hydraté correspondant.

Mais y a-t-il, à part cela, un si grand intérêt à savoir si l'on doit compter ce sucre sous sa forme anhydre, ou sous sa forme hydratée, ces deux opinions ayant leurs partisans irréductibles ?

On a démontré que le lactose se trouvait à l'état anhydre dans l'extrait sec à 95° (2). Il semble donc qu'on doive l'exprimer à cet état si l'on veut comparer la somme des résultats analytiques (beurre + caséine + lactose + cendres) avec le poids d'extrait.

Mais, par contre, nous avons vu qu'on a constaté simultanément une perte de poids par déshydratation du lactose dans l'extrait sec, et une augmentation de poids du même extrait par oxydation de la matière grasse : et l'on a précisément décidé d'arrêter l'évaporation après sept heures, parce qu'à ce moment les deux actions se compensent.

Nous ne voyons donc pas de raison de faire un choix exclu-

(1) Villiers, Collin et Fayolle. Aliments sucrés, 1911, tableau de la page 18.

(2) Denigès. *Loc. cit.*, p. 790.

sif entre ces deux manières d'exprimer les résultats de dosage du lactose. La seule obligation du chimiste nous paraît devoir être d'indiquer l'état sous lequel il compte ce sucre, et, s'il n'a pas fait son dosage par comparaison avec une solution titrée de lactose, de signaler le coefficient dont il s'est servi dans son calcul.

CHAPITRE II

Analyse chimique du lacto-sérum

Les méthodes d'analyse que nous venons d'examiner permettent de connaître la composition centésimale d'un lait en extractif, beurre, caséine, lactose et sels. Elles fixent sur ses valeurs, alimentaire et marchande, en fixant sur sa plus ou moins grande richesse en éléments nutritifs. Mais nous ne croyons pas qu'on puisse leur attribuer une bien grande précision dans la recherche du mouillage par comparaison avec des moyennes de composition, que ces moyennes soient nationales, ou qu'elles soient locales.

M. Cornalba (1) a proposé de leur substituer dans ce but particulier une détermination plus sûre qu'il présente ainsi qu'il suit :

« Les méthodes qui sont le plus souvent employées dans la recherche du mouillage dans le lait, fondées sur la détermination du poids spécifique de la graisse, du résidu total et dégraissé, ont une précision bien problématique parce qu'elles se basent sur les éléments les plus variables du lait.

» Une donnée de grande valeur, au contraire, est celle que j'ai mise en relief, savoir la somme des composants solubles... Ces composants dissous, pris un à un, ne donnent pas plus que les autres non dissous des données dignes de foi, parce qu'ils présentent comme eux des variations très larges ; mais

(1) Cornalba. *Annales des falsifications*, 1909, p. 529.

leur somme, au contraire, se maintient entre des limites d'oscillation très petites : ce qui porte à croire que les oscillations de chacun d'eux se compensent, et que si le sucre diminue par exemple, les sels augmentent, ainsi que les protéiques et les non protéiques solubles...

» La valeur moyenne de cette constante est de 6,25 à peu près, et elle oscille pour les laits de mélange entre 5,95 et 6,46. Pour les laits isolés, dans lesquels les variations individuelles se font sentir dans toute leur intégrité, les limites deviennent un peu plus larges, de 5,80 à 6,60...

» Pour obtenir des résultats comparables, j'ai toujours suivi les mêmes procédés analytiques. Voici comment je procède : Pour la détermination du résidu sec total, je place dans une capsule de porcelaine à fond lisse et plat, du diamètre de 8 centimètres, 3 à 4 grammes de lait ; j'évapore au bain-marie, puis je sèche à l'étuve jusqu'à poids constant. Après 4 heures, on est sûr d'avoir éliminé toute l'eau. Ensuite je prends 20 cc. de lait ; j'y ajoute 80 cc. d'eau et je précipite à froid avec 1 cc. d'acide acétique à 10 %. Après quelques heures, je filtre sur un filtre taré, et j'ai un filtratum très limpide ; je lave le précipité avec 100 à 150 cc. d'eau ; je porte le filtre sur le pèse-filtre, dans l'étuve de Gay-Lussac, jusqu'à poids constant.

» Le poids net du précipité représente l'ensemble des composants non dissous du lait (graisse et caséine), dont le pourcentage est établi par calcul. Soustrayant celui-ci du résidu total, la différence que l'on obtient représente l'ensemble des composants dissous. »

Il est évident que la méthode de M. Cornalba apporte à l'examen des laits un élément d'appréciation très intéressant. La constatation de cette constance de composition pondérale du lait privé de sa graisse et de sa caséine montre une fois de plus que ce sont ces derniers éléments qui influencent par leur grande variation les résultats de l'analyse chimique du lait entier.

Si, en effet, on considère le caractère physique le moins variable, attestant l'existence dans ce liquide d'une sorte d'équilibre indestructible, on remarque que les proportions de composants insolubles n'ont aucune action sur la concentration moléculaire du lait.

Or, cette immuabilité de la concentration moléculaire se manifeste expérimentalement par la presque invariabilité de son point de congélation, que peuvent seuls influencer les éléments en solution. De telle sorte que la production du lait paraît être le résultat d'une destruction de cellules glandulaires dont le contenu fournirait les produits insolubles, et d'une sécrétion d'un lacto-sérum de concentration moléculaire constante et de composition qualitative invariable.

Mais M. Cornalba ne détermine pas le taux pondéral de l'extrait de ce lacto-sérum. Cet auteur, qui tient tant à éliminer de ses résultats l'influence perturbatrice de la variabilité des éléments insolubles, les y réintroduit sous une autre forme : celle du volume qu'ils occupent dans le lait entier. En exprimant le poids de composants solubles par rapport à 100 cc. de lait, il l'exprime en réalité par rapport à un volume de lacto-sérum indéterminé, plus ou moins différent de 100 cc. que le lait sera plus ou moins riche en beurre et caséine.

Ces deux produits, en suspension dans le lacto-sérum, en augmentent le volume d'une quantité proportionnelle au rapport P : D de leur poids à leur densité. La densité du beurre est 0,94, celle de la caséine 1,35. Dans un lait renfermant par exemple 40 grammes de beurre et 33 grammes de caséine, ils occuperont un volume de :

$$\begin{aligned} 40 : 0{,}94 &= 42{,}55 \\ 33 : 1{,}35 &= 24{,}44 \\ \hline & 66{,}99, \end{aligned}$$

environ 67 cc. par litre.

100 cc. de ce lait contiendront 93 cc. de lacto-sérum. Si

100 cc. d'un autre lait contiennent, ce qui est possible, 92 cc. de lacto-sérum, et si ces deux laits possèdent le même taux de composants solubles, 6,2 % par exemple : on s'expliquera mal qu'avec une même constante Cornalba l'un renferme 66 gr. 45, et l'autre 67 gr. 39 de composants solubles par litre de lacto-sérum.

Or, comme c'est le lacto-sérum, et non le lait, qui présente une concentration moléculaire invariable et tient en solution les éléments solubles, on voit nettement par l'exemple précédent quelles parts d'erreur reviennent : 1° au fait d'exprimer ce résultat par rapport à 100 cc. de lait, — 2° à l'influence de la variabilité des éléments insolubles sur la mesure du volume des prises d'essai.

Mais alors, cette « nouvelle constante » ne serait donc qu'une nouvelle manière, moins précise, d'exprimer l'extrait sec du lacto-sérum ! On sait, en effet, depuis longtemps, que l'extrait du lacto-sérum est la détermination chimique la moins variable de l'analyse des laits.

MM. Villiers et Bertault (1) ont trouvé pour cet extrait des valeurs extrêmes égales à 6,12 et 7,46 %, avec une moyenne de 6,568 sur 29 vaches.

De son côté, M. Bonn (2) a trouvé « sur plus de trois mille échantillons des chiffres compris entre 67 et 71 grammes par litre ».

Nous avons, nous-même, trouvé de 6,060 à 7,178 %, avec une moyenne de 6,466 ; c'est-à-dire un écart maximum d'environ 15,6 % entre les valeurs extrêmes, et des écarts maxima de 9,9 % au-dessus et de 6,3 % au-dessous de la moyenne, pour des laits de vaches isolées.

Cependant les résultats de MM. Villiers et Bertault et les

(1) Villiers, Collin et Fayolle. Aliments lactés et aliments gras, 1911, p. 89.

(2) Gérard et Bonn. Traité pratique d'analyse des denrées alimentaires, 1908, p. 207.

nôtres semblent ne pas concorder avec ceux de M. Bonn. Est-ce un vice de la méthode ou une conséquence de ce qu'aucune de ces trois séries de chiffres n'a été obtenue par le même mode opératoire ?

Nous évaporons, comme M. Bonn, 10 cc. de lacto-sérum à 95°, pendant sept heures, dans une capsule de 7 centimètres de diamètre. MM. Villiers et Bertault évaporent 5 cc. de leur petit-lait, à froid, dans le vide. Nos résultats devraient par conséquent différer de ceux de MM. Villiers et Bertault, et se confondre avec ceux de M. Bonn. Or, c'est l'inverse qui se produit : car nous n'opérons ni les uns, ni les autres, sur des petits laits identiques. C'est d'ailleurs l'examen des compositions de ces trois petits laits qui nous expliquera ces divergences d'aspect paradoxal.

Préparation du petit-lait selon MM. Villiers et Bertault. — Ajouter au lait un demi-volume d'acide acétique dilué au 1/100e, porter le mélange un instant à l'ébullition dans un ballon muni d'un réfrigérant ascendant, et filtrer après refroidissement. Les résultats sont rapportés au petit-lait non dilué et sont obtenus en ajoutant au résultat fourni par le petit-lait dilué la moitié de ce nombre.

Si l'on examine les rapports numériques qui ressortent de ces opérations et si on les rapproche du mode de calcul employé par les auteurs, on constate que leurs résultats sont forcément entachés d'une erreur du même genre que celle que nous avons reprochée à la méthode de M. Cornalba, mais un peu moins forte. Ils correspondent, en effet, non au lait comme ces derniers, ni au lacto-sérum pur, mais à un volume de lacto-sérum inexactement dilué, constitué par le mélange de 25 cc. d'eau, par exemple, et du lacto-sérum de 50 cc. de lait.

Le volume moyen occupé dans le lait par les matières insolubles, qui forment le coagulum, étant d'environ 70 cc. : le lacto-sérum de 50 cc. de lait occupe un volume moyen de

46 cc. 5, et le petit-lait de MM. Villiers et Bertault composé de 46 cc. 5 de lacto-sérum et de 25 cc. d'eau correspond à 71 cc. 5 au lieu de 75 cc., comme paraissent le supposer ces auteurs.

Leur extrait n'est par conséquent ni celui du lait mis en expérience, ni celui du lacto-sérum. 10 cc. de ce petit-lait représentent en réalité 46,5 : 7,15 = 6 cc. 5 de lacto-sérum, et non les deux tiers de 10. Et les valeurs exactes de l'extrait pour 100 ne peuvent être obtenues qu'en multipliant le poids du résidu d'évaporation des 5 cc. employés, non par 30, mais par le coefficient 200 : 6,5 = 30,769 environ : ce qui fournit les chiffres extrêmes 6,277 et 7,65, avec 6,736 comme moyenne.

Si, maintenant, nous voulons comparer ces valeurs correspondant à l'évaporation dans le vide, à froid, avec celles que nous a données l'évaporation à 95°, il est nécessaire de tenir compte de ce que les premières renferment le lactose à l'état hydraté, tandis que les nôtres le renferment à l'état anhydre. L'augmentation de poids, de ce fait, dans les extraits de MM. Villiers et Bertault, varie entre 0,189 et 0,2925 pour des chiffres de lactose hydraté compris entre 3,78 et 5,85, avec une moyenne de 0,251.

Alors, la moyenne 6,736, diminuée de 0,251, devient égale à 6,485, la nôtre étant 6,466.

Préparation du lacto-sérum selon M. Bonn. — *a*) On ajoute au lait une trace de présure sèche ou ferment lab, on agite et on maintient le liquide pendant quelque temps à la température de 30 à 35°. Quand la coagulation est faite, on laisse refroidir et on jette sur filtre.

b) On place 100 cc. de lait dans un fiole conique, on ajoute 1 cc. d'acide acétique à 20 %, on agite, on place la fiole pendant trois à quatre minutes sur le bain-marie bouillant, on laisse refroidir et on jette sur filtre.

10 cc. de l'un quelconque de ces lacto-sérums sont évapo-

rés dans les conditions prescrites par la méthode officielle pour la détermination de l'extrait sec du lait.

Il ne peut y avoir ici d'erreur de mesure. Mais la composition du liquide évaporé change suivant le procédé de préparation.

Les deux procédés indiqués par M. Bonn fournissent, il est vrai, des petits-laits de composition à peu près identique. En effet, Fleischmann (1) a trouvé dans un petit lait de caséification :

Albuminoïdes	1.05 %
Graisses	0,10 %
Lactose	4,40 %
Acide lactique et pertes	0.30 %
Sels minéraux	0,82 %
Eau	93.30 %

et Duclaux, dans un petit-lait d'acidification :

Matière grasse en suspension			0,85
Sucre de lait			5,73
Caséine en suspension	0,46	Caséine totale	0.82
Caséine en solution	0,36		

Ils contiennent donc, aussi bien l'un que l'autre, des proportions notables de caséine : 8 gr. 2 et 10 gr. 5 par litre, dans ces deux exemples.

Or, pour les raisons exposées plus haut à propos de la constance de concentration moléculaire du lacto-sérum, et de l'influence nulle des graisses et des albuminoïdes sur les causes et les effets tant physiologiques que physiques de cette constance : nous croyons pouvoir prétendre que cette caséine résiduelle constitue une matière étrangère au lacto-sérum, et que l'analyse chimique de ce lacto-sérum perd de sa précision si elle s'adresse à des liquides incomplètement privés de ces substances en pseudo-solution.

(1) Armand Gauthier et Arthus. Leçons de chimie biologique normale et pathologique, p. 700.

Précisément, M. le docteur Ackermann, de Genève, emploie pour ses déterminations réfractométriques un sérum sans albumine. « Nous sommes convaincu, dit-il, qu'on ne peut avoir des sérums absolument comparables que par une précipitation complète des albumines du lait. »

Préparation du lacto-sérum selon le docteur Ackermann. (1). — On introduit dans un tube à essai en verre mince 30 cc. de lait et 0 cc. 25 de solution de chlorure de calcium. Cette solution a une densité 1,1375 ; elle doit, diluée au dixième, et à 17°5, avoir une réfraction de 26° au réfractomètre à immersion de Zeiss. On agite vigoureusement, adapte un réfrigérant formé d'un bouchon traversé par un simple tube de verre épais de 22 centimètres de longueur, et plonge le tube dans un bain-marie bouillant fortement. Pour obtenir un sérum convenable, il est nécessaire que l'ébullition ne soit arrêtée que pendant un instant très court. Une ébullition de 15 minutes suffit. On plonge alors le tube dans un récipient d'eau froide. La température de l'eau est portée, après quelque temps, à 17°5. La petite quantité d'eau condensée qui s'est rassemblée dans la partie supérieure du tube à coagulation est réunie au sérum en renversant doucement l'éprouvette sans secousse. Il n'est pas nécessaire de filtrer.

Ce lacto-sérum, que nous utilisons d'autre part pour la détermination de la réfraction, nous a fourni par évaporation de 10 cc. de liquide, pendant sept heures, à 95°, dans des capsules en nickel de 7 centimètres de diamètre, des chiffres d'extrait sec allant de 6,060 à 7,178, avec une moyenne de 6,466. Nous avons observé sur trois bêtes, suivies pendant plusieurs mois, les variations suivantes :

(1) *Annales de chimie analytique*, décembre 1908. — Caractérisation du mouillage du lait au moyen du réfractomètre, par le Dr Ackermann, p. 469.

	Vache N° 1	Vache N° 2	Vache N° 3
14 juin 1911	6,514	6,130	»
24 juin 1911	6,694	6,456	»
1er juillet 1911	6,674	6,433	»
19 août 1911	6,578	6,586	»
4 novembre 1911	6,710	»	6,458
14 novembre 1911	6,060	»	6,240
30 janvier 1912	6,266	»	7,178
23 février 1912	6,160	»	6,864
4 mars 1912	6,168	»	7,016
16 mars 1912	6,160	»	6,828

On peut ensuite faire les cendres du lacto-sérum par calcination de cet extrait. Enfin, le liquide dilué au dixième peut servir à déterminer le taux de lactose pour 100 de lacto-sérum. Nous estimons même que ce taux de lactose devrait être substitué, dans les analyses de lait, à celui que l'on détermine actuellement pour 100 de lait entier, et qui est influencé par les variations irrégulières des éléments insolubles.

CHAPITRE III

Examen physique du lait et du lacto-sérum

Pour être complet, cet examen devrait comprendre les déterminations suivantes :

Densité à + 15° du lait,
Densité à + 15° du lacto-sérum,
Coloration,
Opacité,
Odeur,
Saveur,
Viscosité,
Tension superficielle,
Point de congélation,
Pouvoir réfringent du lacto-sérum,
Résistance spécifique du lait au passage du courant électrique.

Au point de vue qui nous occupe, la coloration, l'odeur, l'opacité, la saveur, la viscosité, la tension superficielle, ne peuvent fournir aucune précision certaine.

La densité à 15° du lait a perdu de son importance depuis que les fraudeurs, même les moins instruits, savent se servir du densimètre pour compenser l'un par l'autre le mouillage et l'écrémage. Elle pourra cependant, dans quelques cas, permettre certaines investigations en servant au calcul de la caractéristique de M. Quesneville.

La densité à 15° du lacto-sérum paraît au contraire pouvoir rendre de réels services dans la recherche du mouillage. M. Bonn (1) l'a essayée sur plus de 3.000 échantillons, en obtenant toujours des résultats concordant avec les données d'une analyse complète. Les laits purs fournissent un sérum d'acidification, ou de caséification, dont la densité est comprise entre 1029 et 1031 à 15° ; il y a présomption de mouillage au-dessous de 1028.

Nous préférons cependant à cette détermination celle du poids de l'extrait sec du lacto-sérum dont elle dépend directement, surtout lorsque, comme dans les sérums chloro-calciques dépourvus d'albumine, elle n'est pas influencée par la viscosité du liquide.

Essai cryoscopique du lait

Nous connaissons déjà la valeur de cet essai. Il consiste en la détermination de la température de congélation du lait.

Pour obtenir des résultats comparables entre eux, ainsi que l'ont montré les discussions soulevées par son introduction dans l'analyse des laits, il est indispensable de suivre exactement le mode opératoire de M. Winter, à qui l'on doit l'application de cette méthode physique à l'étude des liquides de l'organisme.

Technique de Winter (2). — Comme dans la pratique on a presque toujours une série d'échantillons à examiner, on commence par les refroidir tous, librement, dans l'eau glacée, toutes les éprouvettes étant bouchées. On les amène ainsi au voisinage du zéro et les opérations suivantes s'effectuent avec une grande rapidité.

(1) Gérard et Bonn. *Loc. cit.*, p. 207.
(2) *Revue internationale des falsifications*, novembre 1903.

Pour déterminer le point de congélation, on porte l'éprouvette ainsi refroidie directement dans le mélange réfrigérant sans couche protectrice intermédiaire ; on y assujettit le thermomètre et l'agitateur et on agite fréquemment jusqu'à ce que la colonne thermométrique s'arrête, soit après une surfusion quelconque, soit sans surfusion, peu importe ici. On note le point d'arrêt qui constitue un repère inférieur, voisin du point cherché. Dans le cas de l'eau distillée, ce point est exact et représente le zéro du thermomètre à ce moment.

Pour le lait, et les dissolutions en général, on procède alors à la rectification de cette première lecture. Pour cela, on retire le tube du bain réfrigérant et on l'échauffe doucement en manœuvrant l'agitateur, ou même, si le mercure tarde à monter, en le prenant quelques instants dans la main gauche par sa partie refroidie et en agitant de l'autre main. On fait de la sorte très rapidement fondre la majeure partie de la glace formée. Dès que la colonne de mercure s'est relevée de 5 ou 6 centièmes de degré, on cesse de l'échauffer à la main, tout en continuant l'agitation ; si elle tend aussitôt à monter davantage, ou ne redescend pas de suite de 2 ou 3 centièmes, c'est qu'on touche à la limite de la glace. On replonge aussitôt l'éprouvette dans le réfrigérant pour éviter la fusion totale des cristaux, et on observe attentivement la chute du mercure, tout en agitant à raison d'environ deux coups d'agitateur par seconde. En quelques secondes, le mercure redescendu se fixe. On s'en aperçoit à ce que deux ou trois coups d'agitateur ne font plus varier la colonne mercurielle ; on cesse aussitôt toute agitation et on lit.

On en a tout le temps. Après une minute ou deux d'attente, on fait une nouvelle lecture ; la colonne n'aura pas bougé ; parfois, quoique très exceptionnellement pour le lait, elle s'est relevée d'un demi ou d'un centième vers le zéro ; on prendra définitivement la température lue. Si au lieu de rester stationnaire, ou de se relever tant soit peu pendant la

minute d'attente, le mercure baisse davantage, il faut recommencer le contrôle...

Une seule correction est indispensable en cryoscopie ; c'est la correction du zéro du thermomètre... Il suffit pour cela de faire un essai cryoscopique avec de l'eau distillée et de noter le point d'arrêt de la colonne mercurielle pendant la congélation. Ce point, étant invariable pendant toute la durée de la solidification, est facile à constater. Il représente pour l'instrument le zéro vrai du moment

Il importe dans ces essais de rendre constantes toutes les variables extérieures : température du réfrigérant, dimensions de l'éprouvette cryoscopique, et surtout le volume du liquide employé. Ce volume ne doit pas être inférieur à 40 ou 50 cc.; c'est là une condition essentielle, et c'est pour avoir opéré avec un point de surfusion quelconque non rectifié, et surtout avec de trop faibles quantités de liquide, que beaucoup d'observateurs ont trouvé pour le lait pur des nombres variables assez élevés, jusqu'à — 0°60.

MM. Winter (1), Parmentier (2), Ducros (3), Lajoux (4), Jawangeli et Bertozzi en Italie, Bonnema (5) en Hollande, Javal, les professeurs Bertin-Sans et Henri Imbert, de Montpellier (6), L. Nencki et Podezaki (7), Desmoulières (8), Defrance (9), ont retrouvé les mêmes chiffres sur des laits produits par des animaux de toutes races soumis à des conditions différentes d'existence en des régions relativement éloignées les unes des autres.

(1) C. R. Acad. des Sc., 11 novembre 1895, p. 696.
(2) *Presse médicale*, 4 mars et 1er avril 1903.
(3) Les constantes physiques du lait, 1905 : Thèse de doctorat en pharmacie, Montpellier.
(4) *Journal de Pharmacie et de Chimie*, 16 juin 1905.
(5) *Pharmaceutisch Weekblad*, 1906.
(6) *Bulletin de pharmacie du Sud-Est*, mars 1904.
(7) *Annales de Chimie analytique*, 1904, p. 275.
(8) *Union pharmaceutique*, 1904, p. 422; et 1905, p. 52.
(9) *Loc. cit.*

Les limites de variation de cet indice seraient, d'après leurs résultats : — 0°53 et — 0°57 dans les laits de vaches isolées, avec une moyenne de — 0°555 environ dans les laits de mélange.

Ils ont ainsi montré « que le lait à l'état frais, ou fraîchement trait, qu'il provienne d'une femelle laitière quelconque, de bonne ou de mauvaise race, de régions ou de pays les plus divers, de bêtes en stabulation ou aux pâturages, que la nourriture ait été substantielle ou non, que le lait ait été recueilli à une époque proche ou éloignée de la parturition, d'hiver ou d'été, du matin ou du soir, peu ou très abondant, le point de congélation reste invariable et n'oscille que très peu autour de — 0°55, alors que, sous ces diverses influences, la composition chimique peut varier dans des proportions énormes, allant même du simple au double pour certains éléments. Une seule condition est indispensable, la bête doit être saine, car certains états pathologiques détruisent l'équilibre osmotique des liquides de l'organisme, et par suite modifient leur point de congélation » (1).

Mais si le lait à examiner est trait depuis plusieurs heures, et surtout depuis plus d'un jour, sans qu'il soit visiblement altéré, l'essai cryoscopique fournira des chiffres inexacts, parce que la concentration moléculaire aura changé sous l'influence des ferments lactiques.

En effet, M. Monvoisin (2) a constaté que la congélation avait lieu à — 0°58 dès que le lait peut se coaguler par l'ébullition, et qu'un lait de vache ayant :

Acidité	1,7 par litre
Point de congélation	— 0°55

avait donné après plusieurs jours :

Acidité	4 gr. 4 par litre
Point de congélation	— 0°62

(1) *Annales des falsifications*, mai 1911 : L. Stœcklin. La cryoscopie du lait.
(2) Le lait, son analyse, son utilisation, 1911, pp. 45 et 148.

M. Stœcklin, d'autre part, a observé expérimentalement que la formation de 1 gramme d'acide lactique par litre provoquait une augmentation d'environ 0,045 à 0,050.

On a bien proposé, pour la conservation, c'est-à-dire pour empêcher ces altérations, d'ajouter aux laits 1 pour 1.000 de bichromate de potassium (1). Mais la présence de cet antiseptique, outre qu'elle augmente le point de congélation en l'éloignant davantage de zéro, n'arrête pas les fermentations du lactose, ni celles des matières azotées.

M. Grélot a montré, sur des échantillons bichromatés (2), que cette addition empêche de faire le titrage de l'acidité, et d'utiliser les indications fournies par la cryoscopie et la réfractométrie. Il a proposé ensuite de remplacer ce conservateur par du sublimé corrosif (3) à la dose de 0 gr. 20 par litre de lait. A cette dose, affirme-t-il, la conservation est parfaite après neuf ou dix jours ; il est encore possible de doser exactement l'acidité sans correction arbitraire, et l'indice de réfraction comme le point de congélation ne sont pas sensiblement modifiés.

Nous employons, depuis, le sublimé, pour conserver plusieurs jours les laits qu'il ne nous est pas possible de recevoir au laboratoire le jour même de leur traite. Nous avons pu constater ainsi que si parfois, dans ces échantillons, il ne se produisait pas de changement notable après quatre et cinq jours, il n'était pas rare cependant de voir dans le même laps de temps s'établir des fermentations du lactose et l'acidité augmenter notablement.

Par exemple, de deux laits de même provenance, recueillis sur deux vaches de la même étable au même moment, reçus

(1) Arrêté du 1er août 1906.

(2) *Journal de Pharmacie et de chimie*, avril 1907.

(3) *Journal de Pharmacie et de chimie*, 1er mai 1907.

au laboratoire ensemble le lendemain matin, additionnés tous deux de 0 gr. 20 de sublimé par litre, l'un nous a donné :

	Jour de la réception	5 jours après
Acidité (en acide lactique).....	1,80 par litre	4,86 par litre
Lactose anhydre	46,85 —	44,00 —
Point de congélation.....	—0°57	—0°70

et l'autre :

Acidité (en acide lactique).....	1,50 par litre	1,80 par litre
Lactose anhydre	46,90 —	46,61 —
Point de congélation.....	—0°56	—0°57

On ne peut donc affirmer, devant ces résultats, que l'antiseptique ait une action retardatrice uniforme et constante.

D'autre part, si l'on considère l'abaissement du point de congélation constaté, — 0°13 en cinq jours, pour une augmentation d'acidité de 3 gr. 06 au litre, dans le premier lait, la formation de 1 gramme d'acide lactique a augmenté cet indice d'environ 0,0425. Dans le second lait il n'en est plus de même, le facteur change, et la formation de 1 gramme d'acide lactique par litre ne correspond plus qu'à une augmentation de 0.033 environ.

Or, nous avons vu que M. Stœcklin lui avait attribué la valeur 0,045 à 0,050.

Il est vrai aussi que dans l'exemple de M. Monvoisin, cité en même temps plus haut, sa valeur n'était que de 0,07 : 2,7 = 0,026 environ. De telle sorte qu'il paraît plutôt varier du simple au double en prenant des valeurs intermédiaires quelconques, et nous pensons qu'il en est ainsi, non pas suivant les auteurs, mais suivant les laits ou le genre d'altération de ces laits.

En effet, l'altération du lait n'est pas uniquement le fait des ferments lactiques. Ceux-ci sont les plus fréquents sans doute, mais ce ne sont pas les seuls microorganismes capa-

bles de pulluler dans ce riche milieu de culture. Parfois, au début de l'altération, le lactose est attaqué par des bactéries productrices d'acides volatils, butyrique ou acétique, et de gaz carbonique. D'autres espèces s'attaquent aux albuminoïdes, les solubilisent, parviennent même, si on leur en laisse le temps, à produire de l'ammoniaque comme dernier stade de leur action : nous avons souvent constaté le début de ces protéolyses dans les échantillons bichromatés que remettent les juges d'instruction aux experts après plus d'un mois de conservation.

L'ensemencement accidentel des laits commerciaux ne pouvant prétendre à la pureté de la semence, tous ces genres de fermentations se trouvent le plus souvent associés. Ils se développent en même temps, surtout au début, puis s'entr'aident ou se gênent suivant les modifications apportées à la composition du milieu par leur association, et la plus ou moins grande résistance des différents germes à ces modifications.

En définitive, le cas le plus fréquent est l'altération simultanée du lactose et des matières albuminoïdes, avec comme résultat (1) : d'une part, augmentation d'acidité par formation d'acides lactique, butyrique, acétique, propionique, carbonique, d'alcool éthylique, et diminution du lactose ; — d'autre part, formation d'albumine acide précipitable par les alcalis, solubilisation d'une partie des albumines à l'état d'albumoses et de peptones, parfois production de traces d'ammoniaque, et diminution du taux de caséine précipitable par l'acide acétique.

Il serait donc impossible, dans ces conditions, de calculer l'action de chacun de ces nouveaux corps solubles sur le point de congélation d'un lait en voie d'altération même non

(1) Th. Edward Thorpe. *Annales des falsifications*, février 1909, p. 60.

apparente, et de déterminer avec précision un coefficient de correction, applicable à tous les cas, qui puisse permettre d'utiliser les indications de la cryoscopie dans l'examen des laits conservés.

En résumé : le point de congélation est une vraie constante, le facteur le plus stable du lait, il ne change pas sous l'influence des variations naturelles qui ont tant d'effet sur la composition chimique. Les limites extrêmes entre lesquelles il oscille sont tellement restreintes qu'il permet d'affirmer un mouillage de 4 à 5 %. Mais, si l'on veut obtenir des résultats certains et comparables entre eux, pour cet indice, il faut suivre toujours la même technique et n'opérer que sur des laits frais avant toute altération.

Essai réfractométrique du lacto-sérum

MM. Villiers et Bertault ont indiqué les premiers (1) tout le parti qu'on pouvait tirer de cette détermination. Leur article est entièrement reproduit dans l'ouvrage de MM. Villiers, Collin et Fayolle : *Traité des falsifications et altérations des substances alimentaires*, 1911, « Aliments lactés et aliments gras », page 88.

Ils y indiquent que leur petit-lait, le même que celui que nous avons étudié précédemment (Analyse chimique du lacto-sérum), possède un pouvoir réfringent sensiblement constant, et que sa déviation comprise entre 39,5 et 45 divisions de l'oléoréfractomètre de F. Jean et Amagat est généralement égale à 40 ou 41 divisions.

Utilisant la même technique, M. Cothereau (2) a examiné 118 laits authentiques originaires de différentes régions de la

(1) *Bulletin de la Société chimique*, 1898.

(2) Thèse de doctorat en pharmacie : Recherche du mouillage des laits par le réfractomètre, Paris, 1905.

France : environs de Paris, Oise, Cher, Beauce, Indre, Savoie, Seine-et-Marne, Sologne, Basses-Pyrénées, et trouvé les valeurs extrêmes 39 et 44,7.

M. Ducros (1) : 38 et 42,5 pour les laits du Puy-de-Dôme ;

M. Basset (2) : 38, comme minimum, pour les laits de Bordeaux ;

M. Barthélemy (3) : 38 en hiver, et 37,5, en été, comme minimum, pour les laits de Nancy ;

M. Defrance (4) : valeurs extrêmes, 37,6 et 43,2 ; moyenne 39,8, pour les laits de Montpellier.

MM. A.-E. Leach et H.-C. Lithgoe (5) ont aussi constaté que l'indice réfractométrique s'écarte peu d'une constante, même pour les laits anormaux, et s'abaisse au contraire proportionnellement au mouillage. Ils ont trouvé, avec le réfractomètre à immersion de Zeiss, des chiffres variant de 40 à 44,7, et 42,4 comme moyenne.

Enfin, d'autres auteurs, très nombreux, MM. A. Jörgensen, Braun, Utz, Lam, Matthes et M. Müller, Ripper, Ertel, ont été amenés aux mêmes conclusions par leurs expériences, et ont démontré qu'il est aisé de déceler le mouillage des laits par l'essai réfractométrique.

Malheureusement, ils ont employé des appareils de mesure et des procédés de préparation du petit-lait très différents les uns des autres, et trouvé par suite des chiffres non comparables entre eux.

Les appareils utilisés sont les réfractomètres de Pulfrich, d'Abbe, de Féry, à immersion de Zeiss, l'oléoréfractomètre de F. Jean et Amagat. Les uns indiquent l'indice de réfrac-

(1) *Loc. cit.*

(2) Thèse de doctorat en pharmacie, Bordeaux, 1905.

(3) Thèse de doctorat en pharmacie, Nancy, 1907.

(4) *Loc. cit.*

(5) *Journal of amer. Chem. Soc.*, 1904, p. 1195.

tion vrai, d'autres gradués empiriquement mesurent tout de même la réfraction vraie, et l'appareil de F. Jean et Amagat des auteurs français mesure en degrés empiriques une réfraction différentielle par rapport à un liquide type (l'eau distillée en l'occurrence).

Comme, à part les auteurs français, qui n'ont examiné qu'un petit nombre de laits, la plupart des autres observateurs ont exprimé leurs résultats réfractométriques en degrés du Zeiss à immersion : MM. Leach et Lithgoe, M. Ackermann, de Genève, avec plus de 2.800 résultats, et MM. Mai et Rothenfusser, de Munich, avec plus de 12.000, nous employons cet appareil spécial.

Nous avons pensé même qu'il était intéressant, pour les rendre comparables, de transformer en degrés du Zeiss à immersion les chiffres obtenus par d'autres auteurs avec d'autres réfractomètres :

1° *MM. Villiers et Bertault :*

	Degrés de l'oléoréfractomètre	Degrés Zeiss
	—	—
Minimum	39,5	37,7
Maximum	45	41,3
Moyenne	40 et 41	38 et 38,7

2° *M. Monvoisin* (1) :

	Indices de réfraction au Féry á 15°	Degrés Zeiss
	—	—
Minimum	1,3430	41,43
Maximum	1,3445	45,43

3° *M. Utz* (2) :

	Indices de réfraction à 15°	Degrés Zeiss
	—	—
Minimum	1,3431	41,7
Maximum	1,3442	44,6

(1) *Loc. cit.*
(2) Sidersky. La réfractométrie et ses applications pratiques, 1909, p. 129.

4° *MM. Leach et Lithgoe* (1) :

	Degrès Zeiss
Minimum	40
Maximum	44,4
Moyenne	42,7

5° *M. Ackermann* (2) :

	Degrès Zeiss
Minimum	38,5
Maximum	40,5
Moyenne	39

MM. Mai et Rothenfusser (3) ont examiné, pour le marché laitier de Munich, 5.000 échantillons en 1908, 7.000 en 1909. et des laits prélevés chez des producteurs. Leurs observations confirment la valeur de l'indice de réfraction : c'est le facteur qui, dans un temps donné, subit le moins de variations et constitue le moyen le plus sûr pour déceler le mouillage, même dans de faibles proportions. Ils estiment cependant que l'indice de réfraction d'un lait quelconque ne permet pas d'affirmer que ce lait ait été ou non mouillé. On ne doit conclure que d'après la différence d'indice observée entre l'échantillon examiné et l'échantillon de comparaison. Si cette différence dépasse les limites de variations naturelles connues. elle ne peut être due qu'au mouillage. Une diminution de 1,2 division correspond à un mouillage de 5 %, 2,5 à un mouillage de 10 %. Dans les conditions locales de la production du lait de Munich, une réfraction inférieure à 38 divisions rend le lait suspect de mouillage ; au-dessous de 36,5, le mouillage est certain.

Les laits de douze étables leur ont donné des variations de 0,1 à 0,55 pour les mélanges des traites de deux à vingt-neuf bêtes : les variations individuelles ayant été de 0,2 à 0,6.

(1) *Loc. cit.*
(2) *Loc. cit.*
(3) *Annales de chimie analytique*, 1910, p. 118 : Communication de la Station officielle d'examen des laits de la ville de Munich.

Nous avons, à notre tour, par la même méthode que M. Ackermann et que MM. Mai et Rothenfusser (lacto-sérum chlorocalcique d'Ackermann examiné au réfractomètre à immersion de Zeiss), déterminé l'indice de réfraction d'un assez grand nombre de laits de vaches isolées et de quelques laits de mélange. Nous avons obtenu des indices compris entre 37,4 et 43,5, limites extrêmes, et observé sur trois vaches isolées, suivies pendant plusieurs mois, les variations suivantes :

	Vache N° 1	Vache N° 2	Vache N° 3
14 juin 1911	38,6	37,8	»
24 juin 1911	39,2	38,6	»
1er juillet 1911	39,5	38,5	»
19 août 1911	39,5	39,5	»
4 novembre 1911	40,8	»	39,8
14 novembre 1911	38,3	»	38,8
30 janvier 1912	40,0	»	43,5
23 février 1912	38,6	»	41,0
4 mars 1912	38,8	»	42,0
16 mars 1912	39,3	»	41,6

Les résultats de MM. Villiers et Bertault sont aussi du même ordre.

En effet, ils ont eux-mêmes remarqué que les laits de vaches hollandaises donnaient, par leur procédé, des chiffres élevés. Or, la caractéristique de cette race est de produire de grands volumes de lait pauvres en éléments insolubles (1). Et M. Ducros (2) a constaté que, pour tous les laits, l'écrémage augmente la déviation réfractométrique déterminée en suivant cette technique.

Enfin, nous avons observé, au sujet de la préparation du lacto-sérum, que MM. Villiers et Bertault rapportaient leurs déterminations à un volume qui n'était exactement ni celui du lait, ni celui du lacto-sérum, et qu'influence la variabilité des proportions de beurre et de caséine. Nous avons vu,

(1) Villiers, Collin et Fayolle. Aliments lactés et aliments gras, p. 16.
(2) Ducros. *Loc. cit.*

alors, que pour rapporter au lacto-sérum les résultats directs de l'examen, il fallait, non les augmenter simplement de la moitié du chiffre obtenu, mais multiplier ce chiffre par un coefficient, égal à 1,53846 dans les cas moyens, et qu'on peut déterminer dans tous les autres cas. Dans ces conditions, les valeurs réfractométriques de ces observateurs, transformées en degrés Zeiss, deviennent :

Maximum	42,35
Minimum	38,66
Moyenne	38,97 et 39,69

Elles restent donc comparables, comme celles de l'extrait, avec les chiffres fournis par le sérum chloro-calcique d'Ackermann.

Par contre, les déviations observées par MM. Monvoisin, Utz, Leach et Lithgoe, comparables entre elles, diffèrent visiblement des nôtres avec un minimum de 40 et un maximum de 45,5 environ.

Mais ce fait s'explique encore, si l'on considère que les lacto-sérums, dont l'examen a donné la série de ces valeurs, toutes supérieures à 40, ont été préparés, par acidification, ou caséification, de façon à conserver de notables proportions de caséine. M. Monvoisin, en effet, qui emploie le procédé Ripper (procédé *b* de M. Bonn), indique la composition suivante d'un de ces sérums :

	Lait entier	Sérum (*procédé Ripper*)
Albuminoïdes	»	6,00 %
Cendres	7,80 %	7,55 %
Lactose	38,10 %	42,80 %

Résistance spécifique du lait au passage du courant électrique

Dès les premières applications de cet essai physique à l'examen des laits, il a été considéré comme une méthode de même valeur que les précédentes.

MM. Lesage et Dongier (1) ont communiqué des mesures, faites avec l'appareil d'Ostwald, indiquant comme limites extrêmes pour des laits authentiques : 235 à 265 ohms. Le lait d'une vache, observé journellement, aurait pendant quatre mois varié entre 245 et 265 ohms. Enfin, le mouillage augmenterait la résistance dans les proportions suivantes :

au dixième : 15 à 20 ohms,
au tiers : 65 à 70 ohms,
au demi : 73 à 100 ohms.

sensiblement proportionnelles à l'addition d'eau.

F. Petersen (2) a trouvé les limites 186 et 304 ohms, avec une moyenne de 231,64 à + 15° pour des laits individuels, et confirmé l'augmentation par le mouillage.

M. Ducros (3), supposant un mouillage savant capable de mettre en défaut à la fois l'essai cryoscopique et l'essai réfractométrique, espérait « que la mesure de la résistivité électrique permettrait de démasquer la fraude ».

Schnorf (4), dans un travail très étendu portant sur 3.730 échantillons de lait, a constaté des variations de 158,8 à 258, 4 ohms dans environ 230 de ces échantillons, et de 175 à 232,5 dans les 3.500 autres.

M. Monvoisin (5) signale que 218 ohms, à 18°, est le chiffre le plus bas qu'il ait obtenu avec le lait normal de vache.

M. Grimbert (6), très enthousiaste de ce nouveau procédé, s'est écrié : « Déjà pâlit l'existence de la cryoscopie, et l'on

(1) Comptes rendus de l'Académie des sciences, 10 mars 1902.
(2) Dissertation inaugurale de Kiel. 1904.
(3) *Loc. cit.*, p. 55.
(4) *Neue physikalisch-chemische Untersuchungen der Milch*, 1905 : Cité par M. Monvoisin, *loc. cit.*, p. 57.
(5) *Loc. cit.*, p. 58.
(6) Leçon inaugurale du cours de chimie biologique, Ecole supérieure de pharmacie de Paris, 1907.

voit poindre à l'horizon la mesure de la résistivité des humeurs ».

Enfin, MM. J.-M. et P. Perrin (1) informent qu'ils ont industrialisé la méthode par la construction d'un appareil pratique, le galacthydromètre, basé sur la résistivité du lait, et portant une graduation expérimentale « en eau pour cent ajoutée frauduleusement ».

« La méthode électrique, disent-ils, a en effet sur la cryoscopie une supériorité marquée. L'influence de la température est négligeable ; la pression atmosphérique est sans action et on peut pratiquer l'opération en tous lieux et sous toutes les latitudes.

» De plus, si nous envisageons, avec Lajoux, que les solutions isotoniques sont rarement isoélectriques, on voit que la méthode est réellement précieuse, en ce qu'elle déroute le fraudeur savant et qu'elle peut déceler la présence de produits ajoutés synthétiquement pour masquer le mouillage ou assurer la conservation du lait. »

Cependant, la moyenne des mesures faites par MM. Dongier et Lesage, à 16°7, est égale à 250 ohms ; celle de M. Petersen, 231 à 15° ; celle de M. Schnorf, environ 204 à 25°, et l'augmentation par le mouillage serait d'après les chiffres même de MM. Dongier et Lesage, assez irrégulière.

D'autre part, on sait que la résistance d'un électrolyte diminue quand sa température augmente, et qu'il est indispensable de pratiquer les mesures de conductibilité à température constante exactement notée. Si les observateurs dont nous avons rapporté les déterminations les ont accompagnées de la température de l'expérience, c'est pour qu'on les puisse vérifier dans des conditions comparables. Et M. Ostwald, mesurant à diverses températures la résistance spécifique d'une

(1) Guide pratique pour l'analyse du lait, 1909.

solution décinormale de chlorure de potassium, dont nous verrons l'usage, a trouvé les valeurs :

107,06 ohms à 10°,
89,28 ohms à 18°,
77,57 ohms à 25°.

M. Schnorf a observé enfin qu'une variation de température de un dixième de degré fait varier la résistance des laits d'environ deux millièmes.

Outre ces variations expérimentales de la résistance, il faut tenir compte de ce qu'elle est en rapport non plus avec le nombre des molécules dissoutes comme la cryoscopie, ni la teneur en matériaux solubles comme la réfractométrie, mais avec la quantité de molécules salines dissociées : c'est-à-dire d'ions libres, et la plus ou moins grande vitesse que ces ions peuvent atteindre sous l'influence du courant électrique.

Cette vitesse est fonction du poids et de la structure moléculaire des ions, et de la viscosité interne du liquide qui les renferme.

On sait aussi que, dans les laits mouillés, l'addition d'eau « exerce une action marquée sur les différents constituants de ce mélange complexe primitivement en équilibre. Duclaux a nettement mis en évidence que l'addition d'eau, 1 à 3 volumes, augmentait de 1 à 2 grammes par litre la quantité de matière albuminoïde soluble aux dépens de la caséine colloïdale. On sait, par ailleurs, qu'une addition d'eau baisse l'acidité du lait d'une quantité plus grande que le comporterait la simple dilution au taux considéré. Ainsi, un lait indiquant 1 gr. 80 d'acide lactique par litre ne présentera plus que 1 gr. 50 après un mouillage à 10 % ; théoriquement, il devrait avoir 1 gr. 62. Cette modification doit être rapportée à une dissociation plus accentuée des éléments minéraux du lait, des phosphates principalement, se traduisant par une augmentation de la teneur en ions OH. Van Dam a constaté que la concentration en ions H passait de $0,16 \times 10^{-6}$ pour

le lait entier à 0,10 × 10^{-6} lorsque le même lait était dilué de son volume d'eau » (1).

De la production de ces phénomènes résulte une diminution de résistance qui doit nécessairement troubler la régularité de son augmentation par le mouillage.

L'acidification du lait, par fermentation du lactose, diminue à son tour cette résistance. Ainsi, un lait, présentant quelques heures après la traite une résistance spécifique 212,5 ohms à 25°, ne nous a plus indiqué le lendemain, pour une acidité de 7 gr. 2 par litre (en acide lactique) que 163,7 ohms à 25°.

Comme l'essai cryoscopique, la résistivité des laits n'aura donc sa valeur que si elle est mesurée sur des laits frais dans lesquels la concentration des ions, la grosseur et la constitution de leurs molécules, et la viscosité interne du liquide, n'auront encore été nullement transformées par l'action des fermentations.

Enfin, contrairement à l'essai cryoscopique, puisque le mouillage influence régulièrement et proportionnellement la concentration moléculaire des laits, la résistivité est irrégulièrement augmentée par l'addition d'eau, même dans les laits frais.

Quant à sa mesure, nous l'effectuons de la façon suivante :

Détermination de la résistance spécifique d'un lait. — L'appareil employé est un pont à fil de Kohlrausch parcouru par un courant alternatif. Le silence d'un téléphone indique que le courant ne passe plus dans le pont, c'est-à-dire que par suite de l'égalité des résistances intercalées de part et d'autre, il n'y a plus de chute de potentiel d'une des extrémités à l'autre de ce pont.

Le fil est divisé, non en unités de longueur, mais en quotients des longueurs déterminées par un curseur de part et d'autre du point considéré. Ce sont ces valeurs qui indiquent le rapport existant entre la résistance du liquide de la cuve et la résistance connue intercalée au cours de l'opération.

(1) Monvoisin. *Loc. cit.*, p. 25.

La résistance R du liquide est donc égale au produit des ohms introduits au moyen de la boîte des résistances, multipliés par la valeur directement lue sur la réglette.

Mais ce n'est pas la résistance spécifique, car la cuve n'a pas une capacité correspondant à la définition de cette mesure.

Pour passer de cette première valeur à la résistance spécifique, nous opérons comparativement avec une solution décinormale de chlorure de potassium. Soit R_1 la résistance observée avec cette solution pour une même capacité de la cuve, et à la même température : 18° ou 25°.

Si donc nous appelons S_1 la résistance spécifique de la solution de chlorure de potassium à la température de l'expérience, la résistance spécifique S du lait examiné s'obtient par le calcul suivant :

$$S = R \times \frac{S_1}{R_1}.$$

Résultats obtenus, dans les conditions ci-après, à 25°.

Numéro du lait	*Etat du Lait*	*Résistances spécifiques* 4 heures après la traite	12 heures après la traite	
1	Pur	212,6	»	
	Mouillé à 10 %	226,9	»	
	Mouillé à 20 %	255,7	»	
2	Pur	221,2	206,85	
3	Pur	221,2	181	Les trois échantillons étaient coagulés
	Mouillé à 10 %	238,5	186,7	
	Mouillé à 20 %	258,6	206,8	
4	Pur	216,6	192,5	
	Mouillé à 10 %	221,2	209,7	
	Mouillé à 20 %	241,3	229,8	
5	Pur	235,6	221,2	
	Mouillé à 10 %	249,9	235,6	
	Mouillé à 20 %	270	261,4	

6	Pur	232,7	221,2
	Mouillé à 25 %.....	278,7	278,7
	Mouillé à 50 %.....	387,8	373,5
7	Pur	221,2	201,1
	Mouillé à 25 %.....	264,3	244,2
	Mouillé à 50 %.....	359,1	336,1
8	Pur	215,5	178,1
	Ecrémé par repos et décant.	»	178,1

Nous retrouvons bien dans ces résultats la vérification expérimentale des considérations développées plus haut.

En outre, les résultats obtenus avec le lait n° 8 montrent que la mesure de la résistivité n'est pas influencée par l'écrémage.

CHAPITRE IV

Analyse des laits conservés par addition de bichromate de potassium

Tous les experts ont pu constater que l'addition de bichromate de potassium à raison de un millième, dans les échantillons prélevés en application de la loi sur les fraudes, n'empêchait pas toujours leur altération. Et l'on peut diviser ces échantillons en trois groupes : 1° ceux qui ne sont pas altérés ; 2° ceux qui sont coagulés ; 3° ceux qui sont altérés sans coagulation.

I. Des premiers, rien à dire : ils peuvent être analysés comme des laits frais.

II. Pour les seconds, MM. Kling et Roy ont imaginé une méthode d'analyse très ingénieuse, publiée dans le n° 8 des *Annales des Falsifications*, juin 1909, p. 257 : qui permet de doser exactement la matière grasse, et base la recherche du mouillage sur le chiffre de matière azotée totale obtenu en multipliant par le coefficient 6,39 l'azote total du lait incriminé.

M. Albert Bruno (1) a vérifié l'exactitude de ce calcul de la matière azotée totale et constaté que cette valeur diminuée de 3,50 reproduit exactement le poids de caséine par litre.

Enfin, les auteurs de cette méthode estiment « qu'en pro-

(1) Albert Bruno. Note, p. 263 du n° 8 des *Annales des falsifications*, juin 1909.

posant de *suspecter* tout lait dont la matière azotée totale est inférieure à 33 grammes au litre, il n'y a pas plus de témérité qu'à considérer comme suspects ceux dont l'extrait dégraissé est inférieur à 90 ».

III. Quant à l'altération, non visible, du troisième groupe, elle se manifeste surtout par une notable diminution de la caséine précipitable par l'acide acétique. En voici quelques exemples, que nous avons rencontrés :

Numéros des laits	BEURRE	LACTOSE anhydre	CENDRES	CASÉINE précipitable par CH^3CO^2H	EXTRAIT dégraissé
1	3,41	4,74	0,77	2,60	8,72
2	3,39	4,53	0,80	2,75	8,56
3	3,45	5,05	0,89	2,80	9,49
4	3,45	4,92	0,85	2,58	9,16
5	3,14	4,71	0,76	2,38	8,74

M. Defrance a constaté aussi, après un certain temps de conservation, qu'une partie de la caséine échappait à l'action coagulante de l'acide acétique, et trouvé sur quatre échantillons bichromatés les différences suivantes :

1° En un mois : 3 gr. 65 par litre,
2° En 45 jours : 4 gr. 80 par litre,
3° En 32 jours : 2 gr. 15 par litre,
4° En 34 jours : 7 gr. 30 par litre,

très irrégulières, comme on le voit ; tandis qu'il ne trouvait pas de changement sensible dans les chiffres de lactose :

1° Après 74 jours : 0 gr. 80 par litre,
2° Après 88 jours : 0 gr. 50 par litre,
3° Après 68 jours : 1 gr. 30 par litre.

Nous avons nous-même vérifié ces résultats par les deux expériences suivantes :

ÉLÉMENTS déterminés	LAIT N° 1		LAIT N° 2	
	frais	après 1 mois	frais	après 1 mois
Beurre.....	3,79	3,79	3,34	3,34
Lactose anhydre.....	4,36	4,36	4,68	4,68
Extrait dégraissé....	8,22	8,19	8,86	8,80
Caséine précipitable.	2,78	2,43	3,42	3,08
Cendres.....	»	»	0,76	0,76
Extrait du lactoserum.	5,78	6,11	6,22	6,54

Les taux de beurre, de lactose, de cendres, n'ont pas varié. Par contre, les extraits dégraissés se sont légèrement abaissés de 0,03 et 0,06 % ; — la caséine précipitable, de 0,35 et 0,34 ; — l'extrait du lacto-sérum, par contre, s'est élevé de 0,33 et 0,32, approximativement du poids perdu par la caséine.

Enfin, pour faire porter l'expérience sur tous les éléments, et toutes les déterminations, dans les conditions usuelles des prélèvements, nous avons acheté à un laitier du lait de sa distribution et l'avons soumis à l'examen complet qui suit :

1° *Déterminations physiques*

ÉTAT DU LAIT	POINT de congélation	RÉFRACTION en degrés Zeiss	RÉSISTANCE spécifique, à 25°
Lait frais, tel quel.....	— 0°48	35°55	218,5 ohms
Lait frais, bichromaté à 1 ‰.....	— 0°50	36°10	180,0 —
Lait bichromaté, après 1 mois.....	— 0°65	40°	155,0 —

2° *Analyse chimique*

ÉLÉMENTS DOSÉS	LAIT FRAIS bichromaté	LE MÊME après 1 mois
A. — Analyse du lait.		
Extrait	120.02	117.62
Cendres	5.84	5.84
Beurre	40.38	40.62
Extrait dégraissé,	79.64	77.00
Caséine précipitable	30.03	23.28
Lactose anhydre	40.44	34.59
Azote total	5.18	5.18
Matière azotée totale	33.10	33.10
B. — Analyse du lactosérum		
Extrait	52.66	59 20
Lactose anhydre	44.00	37.64

Le lait primitif était mouillé, ce qui ne saurait nous surprendre. En l'absence d'échantillon de contrôle, le point de congélation indique un mouillage de 13,5 % ; la réfraction, 13,8 % ; l'extrait dégraissé, 11,5 % ; le lactose, 14,8 %, et la matière azotée totale n'indique rien.

L'addition de 1 gramme de bichromate de potassium pour 1.000, au lait frais, augmente le point de congélation de 0,02, et la réfraction du lacto-sérum Ackermann en degrés Zeiss de 0°55, soit 0°836 en degrés de l'oléoréfractomètre F. Jean et Amagat. Elle diminue la résistance spécifique de 32,5 ohms.

Après un mois de conservation, en été, avec des températures s'élevant tous les jours au-dessus de 36°, le lait commençait à perdre la teinte franchement jaune du bichromate sans qu'il fût cependant devenu malaisé de l'homogénéiser

par simple agitation, ni qu'il se fût formé de petits grumeaux caséeux. Mais l'altération était telle que nous avons trouvé des chiffres différents des premiers pour les constantes physiques, l'extrait dégraissé, la caséine, le lactose, l'extrait et le lactose du lacto-sérum.

Comme précédemment, à une diminution de caséine égale à 6 gr. 75 correspond une augmentation équivalente de 6 gr. 54 pour l'extrait du lacto-sérum.

L'extrait dégraissé est plus diminué ici que dans les exemples précédents, et nous croyons pouvoir attribuer ce fait à ce qu'il y a eu simultanément fermentation du lactose, et solubilisation de caséine. Cette dernière paraît donc ne jamais manquer, tandis que la fermentation lactique ne s'est manifestée qu'une fois sur les six cas que nous venons de considérer.

A la diminution de 6 gr. 36 de lactose anhydre, dans le lacto-sérum, correspond la formation de 6 gr. 69 environ d'acide lactique, en admettant que ce sucre n'ait pas subi d'autre fermentation. Or, à cette transformation correspond une augmentation d'environ 0°117 du point de congélation, sur une augmentation totale de 0,15.

Cette disparition de 6 gr. 69 de lactose hydraté provoque un abaissement de 2°4 environ, en degrés Zeiss, de la réfraction, tandis que la formation du même poids d'acide lactique provoque une élévation d'environ 2°1.

Nous ne pouvons dès lors nullement attribuer à la fermentation lactique l'augmentation de la réfraction, puisque cette fermentation se manifeste au contraire, dans notre cas, par une diminution de 0°3 pour cette constante physique. Il faut donc la mettre sur le compte de la formation constatée de 6 gr. 54 de matières azotées solubles : c'est-à-dire à raison de 1 degré pour 1 gr. 557 environ de ces matières, puisque l'augmentation qu'elles ont provoquée est de 3°9 + 0°3 = 4°2.

Ce fait, évidemment, ne peut surprendre, si l'on considère que 2 gr. 20 d'albumine du sérum sanguin, 2 gr. 10 d'albu-

mine des exsudats et des transsudats de l'organisme (Dr Emile Reiss, cité par Sidersky, *loc. cit.*, p. 145), et 2 gr. 25 d'une peptone pancréatique commerciale provoquent une augmentation de réfraction de 1° Zeiss.

Par contre, comme nous l'avons déjà vu, la fermentation lactique est le principal facteur de la diminution de la résistance spécifique, 25 ohms, et de l'augmentation du point de congélation.

Enfin, il résulte de ces constatations qu'en présence d'altérations semblables des laits bichromatés, toutes les déterminations effectuées ci-dessus peuvent, malgré leur inexactitude, avoir une réelle utilité. Il est en effet évident que le rapprochement des résultats qu'elles fournissent permet d'apprécier à la fois la nature et le degré de l'altération produite, et décider parfois de la possibilité d'utilisation des divers chiffres de l'analyse.

Si la somme : lactose + cendres + matières albuminoïdes totales, représente une valeur voisine du chiffre d'extrait dégraissé, tandis que le poids de caséine précipitable est inférieur de plus de 3,50 pour 1.000 au poids calculé des matières albuminoïdes totales, la caséine seule a été diminuée. Dans ce cas, la réfraction du lacto-sérum est augmentée dans des proportions difficilement conciliables avec les autres résultats de l'analyse.

Si la somme : cendres + matière azotée totale, retranchée de l'extrait dégraissé, fournit une différence nettement supérieure au chiffre de lactose, c'est que cet élément a été partiellement détruit. Dans ce cas, le point de congélation est notablement augmenté, et la résistance spécifique très abaissée.

La soustraction de la valeur 3,50 au chiffre de matière azotée totale reproduit alors approximativement le poids de caséine précipitable primitive : ici, on obtiendrait par ce moyen 29 gr. 60 pour un poids réel de 30 gr. 03.

La teneur primitive en lactose ne sera pas non plus très

différente du résultat obtenu en retranchant de l'extrait dégraissé la somme des cendres et des matières azotées totales. Ainsi, dans l'exemple précédent, le lait altéré renferme 34 gr. 59 de lactose, l'extrait dégraissé est légèrement abaissé, et cependant l'opération que nous indiquons fournit comme résultat la valeur 39 gr. 06, qui s'écarte fort peu du poids 40 gr. 44 de lactose déterminé sur le lait frais.

La perte de poids constatée pour la caséine, en la calculant comme nous venons de le faire, retranchée du chiffre représentant l'extrait du lacto-sérum altéré, corrige à son tour ce résultat. Dans notre exemple, cette correction aboutit, pour une teneur de 59 gr. 20 dans le lait altéré, et de 52 gr. 66 dans le lait frais, à la teneur presque exacte de 52 gr. 88.

Quant à l'extrait dégraissé, il ne paraît pas être pratiquement atteint par l'altération.

DEUXIÈME PARTIE

Les variations de la composition du lait et la recherche du mouillage et de l'écrémage

CHAPITRE PREMIER

Les variations naturelles

On retrouvera l'étude des variations de composition du lait dans les ouvrages de chimie alimentaire ou biologique qui, chacun à son point de vue spécial, réservent un chapitre à ce liquide de l'organisme. Pour n'en citer que les principaux, on pourra consulter à ce sujet :

Armand Gautier et Arthus. — *Leçons de chimie biologique normale et pathologique*, pp. 700 et ss.

Gérard et Bonn. — *Traité pratique d'analyse des denrées alimentaires*, 1908, pp. 189 et ss.

Villiers, Collin et Fayolle. — *Aliments lactés et aliments gras*, 1911, pp. 10 et ss.

A. Monvoisin. — *Le lait, son analyse, son utilisation*, 1911, pp. 102 et ss.

Monier, Chesney et Roux. — *Traité théorique et pratique sur les fraudes et falsifications*, 1909, livre IV, titre IV, chapitre premier, articles 1263 à 1267.

J. de Brevans. — *La composition chimique du lait*, in *Hygiène de la viande et du lait*, 1909, n° 12.

Desbarrières. — *Etude sur les laits de Touraine*, thèse pour le doctorat en pharmacie (Université de Paris), 1909, pp. 71 et ss.

On y trouvera l'exposé complet de la question. On y verra que les variations de composition du lait dépendent des conditions physiologiques dans lesquelles l'animal producteur se trouve placé ; — et que les principaux facteurs de ces variations sont : la race, l'individualité, le moment de la traite, l'âge, le nombre de vêlages, l'époque de la lactation, l'alimentation, la saison, le climat.

L'examen des innombrables tableaux de résultats qui y sont rapportés montrera que les composants du lait varient isolément dans de très larges limites :

Matière grasse	1,00 à 8,50 %
Matières protéiques	2,07 à 6,00 %
Matières minérales	0,35 à 1,21 %
Lactose hydraté	2,00 à 6,50 %
Extrait dégraissé	7,50 à 11.00 %

En ce qui concerne les variations pathologiques, nous recommandons de consulter :

Moussu. — *De l'influence de l'état de santé des laitières sur la valeur du lait alimentaire*, in *Hygiène de la viande et du lait*, 1909, n° 10.

A. Monvoisin. — *La composition chimique du lait tuberculeux*, in *Hygiène de la viande et du lait*, 1909, n° 4.

Ce dernier auteur y constate que le produit de sécrétion d'une mamelle tuberculeuse tend d'une façon frappante vers une analogie parfaite de composition avec le sérum sanguin Au début de l'affection, quand le lait a encore les caractères

normaux, on trouverait une diminution de la teneur en lactose et matière grasse et une augmentaton du taux des matières albuminoïdes, modifications cependant peu sensibles, tandis que seraient plus considérables dès ce moment la diminution de l'acidité et l'augmentation de la proportion de chlore dans les cendres.

Il est vrai que, résultats de variations naturelles d'ordres physiologique ou pathologique, dont la connaissance est cependant indispensable aux experts : les chiffres extrêmes correspondent à des exceptions.

Les conditions ordinaires de production et de récolte du lait destiné à l'alimentation ne provoquent pas, en effet, des écarts aussi grands de composition, quelle que soit l'importance des étables.

Ces écarts ont été recherchés par les divers observateurs qui se sont attachés à la détermination des moyennes régionales, ou locales, en analysant les laits normaux de leurs régions ou de leurs villes respectives.

Il est hors de doute que la plupart des laitiers ignorent presque tout des causes naturelles de variation de composition des laits avant comme parfois après la traite, malgré les opinions arrêtées qu'ils professent à leur sujet. Mais, soit volonté, soit hasard, ils semblent par contre savoir fort bien composer leurs petits troupeaux.

Que l'on examine les tableaux d'analyses de M. Desbarrières, ou de M. Defrance, l'un des laits de l'arrondissement de Loches en Touraine, l'autre des laits de Montpellier : on y remarquera que dans chaque étable les âges des vaches, les époques de lactation, les nombres de parturitions, les volumes de lait produits quotidiennement par chaque bête (ce renseignement n'a malheureusement pas été recueilli par M. Desbarrières, mais il l'a été par M. Defrance), toutes ces conditions de production sont très variées.

Nous ne pouvons penser que ces auteurs aient fait spécia-

lement composer ainsi les étables sur lesquelles ils ont fait porter leurs expériences. Et il nous paraît en résulter que d'une façon générale, inconsciemment peut-être, les laitiers savent fort bien éliminer les principales causes de variations naturelles de la composition centésimale du lait en faveur de la qualité et de la quantité de leur production quotidienne.

Ils savent aussi, et en tiennent compte, qu'il est dangereux pour eux de livrer à part des parties différentes de la même traite d'un seul animal, et que le mélange des laits de plusieurs vaches leur assure un produit plus normal.

Il ne leur resterait donc à subir que les influences de la race, l'alimentation, la saison et le climat.

Des documents réunis par les auteurs que nous avons cités au début, il semble résulter que l'influence de la race de laitières placées dans les mêmes conditions (1) est problématique. C'est plutôt l'individualité qui réglerait d'une façon absolue la quantité et la qualité du lait produit. Or, ce facteur de variations peut être supprimé par le mélange de la traite complète de plusieurs animaux.

Il en est de même de l'alimentation, dont la seule action serait, pour une ration insuffisante, de diminuer le volume quotidien de lait sans variation de composition. On trouvera d'ailleurs une étude complète de cette question, due à M. Ch. Porcher, dans le n° 9 de l'*Hygiène de la viande et du lait*, 1909.

Quant aux saisons, si elles agissent sur les laitières, c'est évidemment comme le climat par les conditions atmosphériques, mais avec moins d'intensité. D'ailleurs, M. Desbarrières a trouvé des chiffres d'hiver et d'été qui semblent démontrer que cette action est presque nulle.

Enfin, l'influence du climat peut être réelle sur des bêtes implantées dans des régions très différentes de leur pays

(1) A. Monvoisin. *Loc. cit.*, p. 104.

d'origine, comme par exemple des vaches hollandaises ou suisses introduites dans les étables de l'Italie méridionale ou de la Russie. Mais nous ne connaissons aucun document sérieux sur les variations de production, en qualité et quantité, dans les différentes parties d'un même pays de climat aussi relativement uniforme que paraît l'être celui de la France.

On ne peut, en effet, attribuer à cette seule cause les faibles différences que signalent les moyennes régionales, ou locales, déterminées ces dernières années, sous la pression de l'opinion que ces moyennes pouvaient ne pas être comparables d'une région à l'autre.

S'il y a réellement des différences, il faut évidemment, pour les expliquer, considérer l'ensemble des conditions de la production laitière dans les divers pays étudiés, c'est-à-dire l'ensemble de toutes les causes des variations naturelles de composition.

Mais à vrai dire, les écarts régionaux qu'on a voulu faire ressortir en déterminant ces moyennes n'ont pas dépassé jusqu'à présent les erreurs en plus ou en moins dues aux méthodes d'analyse employées, et au coefficient individuel d'appréciation des réactions terminales de certains dosages.

Rapprochons, en effet, les résultats publiés à ce jour pour la France :

Moyennes des laits dans différentes parties de la France

RÉGIONS OU LOCALITÉS et noms des auteurs	BEURRE	LACTOSE	CENDRES	CASÉINE	EXTRAIT dégraissé
Paris : Conseil d'hygiène de la Seine...	40	50	»	»	90
Nancy : Barthélemy	40,3	45,6	7,3	39,7	92,8
Bordeaux : Basset	37	47,7	6,5	33	88
Reims : Lajoux.....	36,4	49	6,6	33,5	89,3
Environs de Paris : Cothereau..	41,1	49,5	7,4	33,2	86,9
Oise : — ..	36,3	47,7	7,6	33,1	88,6
Cher : — ..	42,1	48,9	7,6	35,2	91,1
Beauce : — ..	38,9	49,3	7,6	34,7	92,6
Indre : — ..	40,1	49,7	7,1	34,8	91,3
Savoie : — ..	42,7	51	7,4	35,2	91,2
Sologne : — ..	46,6	48,8	8,7	34,3	91.8
Basses-Pyrénées : — ..	40,9	51,6	7	33,9	92,6
Montpellier : Defrance.....	45,3	47,8	7,4	37	94,7
Lyon : Société agronomique...	40	50	7	35	90
Amiens.....	37,6	47	6,8	34,3	87,8
Touraine : Desbarrières	43,4	49,1	7,3	35	91,6

Si nous acceptons tous ces chiffres tels qu'ils sont, nous voyons qu'ils oscillent autour de ceux qu'a publiés, en 1857, le Conseil départemental d'hygiène de la Seine pour les laits commerciaux purs de Paris, dans des limites relativement peu étendues qui, pour chacun des éléments, représentent les pourcentages ci-après :

	En moins	En plus
Beurre	9 %	14,14 %
Lactose	9 %	3,1 %
Extrait dégraissé	3,5 %	4,96 %

Mais ces comparaisons sont inexactes, car les résultats réunis dans le tableau précédent ne sont pas tous comparables entre eux. Si on les examine de près, on voit tout d'abord

que, pour la plupart, les chiffres de caséine ont été obtenus par différence.

Parmi les moyennes de M. Cothereau, celles des laits des environs de Paris, du Cher, de l'Indre, de la Savoie, — les moyennes de la Société agronomique de Lyon, — celles d'Amiens, présentent la particularité surprenante d'indiquer des extraits dégraissés inférieurs à la somme lactose + cendres + caséine.

M. Defrance a déterminé l'extrait sec, à froid, dans le vide.

MM. Barthélémy, Lajoux, Basset et Defrance ont exprimé le lactose à l'état anhydre, tandis que le Conseil d'hygiène de la Seine, la Société agronomique de Lyon et MM. Cothereau, Desbarrières, l'ont exprimé à l'état hydraté.

De telle sorte que, si, pour se mettre à l'abri des erreurs, on supprime du tableau les chiffres de caséine, les moyennes qui indiquent des extraits dégraissés inférieurs à la somme lactose + cendres + caséine ; si, d'autre part, on remplace par leur valeur en lactose hydraté les chiffres exprimant ce sucre à l'état anhydre, et si on supprime l'extrait dégraissé de M. Defrance, dont la méthode d'évaporation ne fournit pas des poids comparables avec ceux des autres auteurs, il reste les éléments suivants de comparaison entre les moyennes des laits des différentes régions de la France étudiées à ce jour :

RÉGIONS OU LOCALITÉS ET NOMS DES AUTEURS	BEURRE	LACTOSE hydraté	EXTRAIT dégraissé
Paris : Conseil d'Hygiène de la Seine.	40	50	90
Nancy : Barthélémy.....	40.3	48	92.8
Bordeaux : Basset.....	37	50.2	88
Reims : Lajoux.....	36.4	51.58	89.3
Oise : Cothereau.....	36.3	47.7	88.6
Beauce : —	38.9	49.3	92.6
Sologne : —	46.6	48.8	91.8
Basses-Pyrénées : Cothereau..	40.9	51.6	92.6
Montpellier : Defrance... ...	45.3	50.3	»
Touraine : Desbarrières.....	43.4	49.1	91.6

Dès lors, ces chiffres oscillent autour des moyennes du Conseil d'hygiène de la Seine, dont l'usage permet actuellement de les dénommer nationales, et sans s'en écarter notablement, dans les proportions ci-après :

	Ecart maximum en moins	Ecart maximum en plus
	—	—
Beurre	9 %	14,14 %
Lactose hydraté	4,6 %	3,1 %
Extrait dégraissé	2,2 %	3 %

Si donc, pour une raison quelconque, dans une des régions étudiées, un expert continuait à comparer les résultats de ses analyses aux vieilles moyennes de 1857, au lieu d'accepter celles que l'on a déterminées dans les conditions de production laitière de son pays, il ne risquerait, dans les cas extrêmes, que de laisser passer sans répression des mouillages de 3,1 % au maximum, ou de porter contre un innocent des accusations de fraude par mouillage de 4,6 % au plus.

Or, que sont ces erreurs de 3 ou de 4,6 % en comparaison des variations des laits de mélange eux-mêmes autour des moyennes qu'ils ont contribué à établir :

NOMS DES AUTEURS	ÉLÉMENTS	MOYENNE	MINIMUM	MAXIMUM
M. DEFRANCE (laits de Montpellier)	Beurre.....	44.4	33.5	52.5
	Lactose hydraté..	51.4	47.79	58.4
	Extrait dégraissé.	95.94	85.24	102.2
M. DESBARRIÈRES (laits de Touraine)	Beurre.....	41.4	33.7	63.5
	Lactose hydraté..	49.3	45.1	53.8
	Extrait dégraissé.	90.5	85.6	96.8

Nous ne pensons pas, par conséquent, qu'il y ait exagération à prétendre que les moyennes des laits de la France paraissent, jusqu'à preuve du contraire, ne pas varier sensi-

blement d'une région à l'autre. Leurs infimes variations ne légitiment pas les espérances de plus grande précision qu'avait fait naître l'adoption par de nombreux congrès des vœux à la suite desquels ont été entrepris les travaux documentaires que nous venons de rappeler. Et, qu'elles soient nationales, régionales ou locales, ces moyennes n'apportent pas plus les unes que les autres une base moins incertaine à l'appréciation des résultats de l'analyse.

Il semble bien, en effet, que ce n'est pas dans cette voie qu'on atteindra plus de certitude. C'est pour cela que nous avons étudié tout d'abord les méthodes d'examen, ou d'analyse, présentées depuis 1857 comme susceptibles de ne pas être trop influencées par les causes si multiples et si diverses des variations de composition pondérale des laits : méthodes physiques, et analyse chimique du lacto-sérum.

L'usage de ces méthodes ne nécessite nullement l'établissement de moyennes. Si leurs auteurs en ont établi, ce n'est que pour montrer la faiblesse des écarts de ces constantes et les faire valoir par une preuve de leur grande précision. Nous estimons, en effet, qu'il suffit, faisant abstraction complète de toutes moyennes, de vérifier entre quelles limites ces constantes varient chez le même animal isolé, et dans le lait de mélange d'une même étable. Si ces variations sont de l'ordre de celles des déterminations physiques dans des périodes de plusieurs semaines, et surtout de plusieurs mois, c'est fini des moyennes ; et l'appréciation si délicate des résultats des analyses de lait se pourra réduire à une simple comparaison entre deux séries de chiffres, fournies, l'une par l'échantillon incriminé, l'autre par le lait moyen de l'étable qui l'a produit.

Ce n'est certes pas un procédé nouveau. On a déjà depuis longtemps constaté que cette comparaison des données de l'analyse chimique du lait entier suspect, avec celles d'un lait de contrôle ainsi défini, constituait une base d'estimation plus exacte que la comparaison avec les moyennes.

Mais comme cette précision vaut surtout par la certitude, pour l'expert, que les variations naturelles de composition n'auront pas entraîné de changement notable dans le laps de temps écoulé entre les deux prélèvements, toutes les méthodes ne peuvent se prêter avec le même succès à cet usage.

En effet, l'analyse chimique du lait entier fournit des teneurs en lactose et extrait dégraissé qui peuvent varier sensiblement en peu de temps sous les influences les plus diverses, puisque ces teneurs sont influencées par les proportions d'éléments insolubles, en plus de leurs variations propres.

Nous avons montré précédemment, au contraire, à ces divers points de vue, la grande sensibilité des chiffres fournis par l'analyse chimique du lacto-sérum. Et si elle n'a pas la précision presque absolue des méthodes physiques, nous avons vu qu'elle s'en écarte fort peu et qu'elle a sur ces dernières l'avantage de pouvoir être appliquée aux laits bichromatés, plus ou moins anciens, non altérés.

En outre, ses résultats ne sont pas influencés par la non-homogénéité du liquide au moment du prélèvement : ce qui permet de se prononcer sur l'existence d'un mouillage dans les échantillons prélevés sans agitation préalable.

Quant à l'ÉCRÉMAGE, auquel les considérations précédentes ne sauraient s'appliquer, nous ne connaissons pas de méthode qui permette, par sa précision, de formuler à ce sujet, dans la majorité des cas, une conclusion ferme.

Nous avons vu entre quelles limites extrêmes, vraiment trop larges, varie la matière grasse, même dans des laits de mélange par étables. Les séries d'analyses sur lesquelles la Commission de 1857 a basé son tableau de moyennes et de minima pour les laits de Paris indiquent les teneurs suivantes en beurre pour 100 :

	Moyenne	Minima	Maxima
	—	—	—
1re série	3,45	2,75	4,38
2e série	3,77	2,85	4,62
3e série	3,87	3,12	4,52
4e série	4,00	2,658	5,687

Ces séries correspondent : la première à des analyses de lait, recueillis dans les conditions ordinaires tant en France qu'en Allemagne et en Angleterre, et faites par Chevalier et Henry, Hailden, Lecanu, Simon, Doyère et Poggiale ; — les trois autres, à des analyses faites à l'occasion de ce rapport par Bussy et Boudet sur des laits : 1° des environs de Nantes ; 2° de vacheries urbaines de Paris ; 3° de 17 localités différentes des environs de Paris.

Les laits de Montpellier ont fourni à M. Defrance, et ceux de Touraine à M. Desbarrières :

	Moyennes	Minima	Maxima
Montpellier :			
Laits individuels	46,2	19,85	60,5
Laits de mélange.....	44,4	33,5	52,5
Touraine :			
Laits individuels	45,4	28	74,6
Laits de mélange.....	41,4	33,7	63,5

Et il ne faut pas oublier non plus que les variations journalières de la richesse en beurre du lait d'un même animal sont aussi vraiment surprenantes.

A ce sujet, M. Monvoisin (*loco citato*, pp. 113 et 114) cite les exemples que voici : « MM. Malpeaux et Dorez ont obtenu des résultats frappants. Ainsi, une vache qui, le matin, avait fourni du lait contenant 3,90 % de matière grasse, donnait, à la traite de midi, du lait à 5,3 % et à 4,8 % le soir.

» MM. Touchard et Bonnétat ont observé des faits analogues. A la traite de midi, le lait d'une vache accuse 7,26 % de matière grasse, le soir 4,97 %, le lendemain matin 3,30 %, pour revenir à 5,56 % à midi.

» Dans le tableau suivant, nous avons réuni quelques analyses destinées à montrer les variations brusques et accentuées du taux de la matière grasse dans le lait d'une vache normande, de huit ans, soumise à la même alimentation depuis quinze jours :

	Traite du matin	Traite du soir
16 juillet 1905	41,30	41,70
17 — —	40.30	31,00
18 — —	39,80	49,30
19 — —	51,20	52,90
20 — —	41,30	48,30
21 — —	39,30	44,10
22 — —	37,20	50,30
23 — —	41,50	43,80. »

MM. Touchard et Bonnétat (*Etude sur les variations de composition du lait*, Luçon, 1905) citent, d'autre part, l'exemple suivant fourni par l'analyse du lait d'une même vache :

	Matières grasses par litre
Echantillon suspect	31,70
Echantillon authentique du contrôle prélevé le lendemain	46.80
2e échantillon authentique de contrôle	28.90
3e — —	30,95
4e — —	38,10

M. Desbarrières (*loco citato*, p. 74) donne un tableau de résultats de dosages de beurre, faits, pendant une période de vingt jours, sur le lait de cinq vaches, où l'on peut voir que cet élément a varié dans ce laps de temps ainsi qu'il suit :

	Traite du matin	Traite du soir
1° Lait de 6 mois d'une charolaise de 10 ans	34 à 44 gr.	41,1 à 49.9
2° Lait de 11 semaines, normande-bret. de 2 ans.	33.8 à 39,3	37 à 42.6
3° Lait de 3 mois, normande de 8 ans	29,9 à 42,2	35,6 à 45.5
4° Lait de 6 mois, normande de 4 ans	28,2 à 49,3	27,4 à 49,5
5° Lait de 4 semaines, normande de 4 ans	27,8 à 38,7	29,9 à 35,5

Sans compter que le lait de la vache n° 1, renfermant 34 grammes de beurre à la traite du 19 janvier au matin, atteint le même jour, à la traite du soir, le chiffre de 47 gr. 4, et le 20 au matin celui de 42 gr. 5 ; — et que pour la vache n° 4, la matière grasse saute brusquement de 29 gr. 3 le matin à 45 gr. 4 le soir du 18 janvier, retombe à 27 gr. 4 le 26 au soir, et remonte à 49 gr. 5 le lendemain soir 27.

M. Cailloux (*Bulletin de la Société de pharmacie de Bordeaux*, numéro de novembre 1910) a examiné le lait du soir de trois vaches, pendant quatre jours consécutifs, et constaté les variations suivantes du beurre :

Vache n° 1	38,40 à 46,30
Vache n° 2	44,90 à 52,60
Vache n° 3	35,40 à 43,30

Dans une autre expérience, portant sur le lait séparé de trois autres vaches, traites en sa présence, matin et soir, pendant cinq jours consécutifs, il a obtenu les écarts suivants :

	Traite du matin	Traite du soir
Vache n° 1	29,23 à 41,65	38,37 à 43,26
Vache n° 2	32,92 à 40,96	36,61 à 45,52
Vache n° 3	35,18 à 41,62	37,10 à 56,26

Nous avons observé nous-même, sur trois bêtes suivies pendant plusieurs mois, les variations suivantes :

	Vache n° 1	Vache n° 2	Vache n. 3
14 juin 1911	36,92	34,04	»
24 juin 1911	33,76	30,58	»
1er juillet 1911	37,17	31,00	»
19 août 1911	33,22	36,20	»
4 novembre 1911	53,97	»	47,59
14 novembre 1911	41,62	»	41,56
30 janvier 1912	39,72	»	47,08
23 février 1912	42,55	»	42,37
4 mars 1912	43,59	»	44,88
16 mars 1912	44,00	»	37,36

De telle sorte que, pour cette recherche spéciale, non seulement les moyennes ne peuvent être invoquées, mais encore la comparaison avec des échantillons authentiques de contrôle, prélevés sur une traite postérieure de la même bête ou de la même étable, pourra être discutée par les fraudeurs, non sans raison.

On a bien prétendu prouver qu'il était possible de compo-

ser des étables dont la production moyenne fournirait en tous temps des chiffres de beurre supérieurs à 40 grammes par litre, même avec des nourritures estimées capables de diminuer ces teneurs, et des races réputées mauvaises beurrières (1).

Mais les laitiers sont libres de suivre ou non ces indications. Il est des régions, celles qui produisent surtout du beurre, où ils y auraient intérêt. Mais ils s'inquiètent fort peu de la qualité plus ou moins beurrière de leurs vaches, lorsque tout le lait qu'ils récoltent est destiné à la consommation en nature. Et, il faut bien le dire, ils se méfient le plus souvent des bons conseils des chimistes.

On peut cependant soupçonner l'existence d'un écrémage, mais non en déterminer les proportions, par la méthode de M. Quesneville (2).

Cet auteur appelle *caractéristique* le quotient de l'extrait total par les chiffres de la densité qui correspondent aux grammes (D — 1000). Ainsi, un lait de densité 1033 et d'extrait = 130, aura une caractéristique C = 130 : 33 = 3,93.

Si l'on ajoute de l'eau à ce lait, l'extrait diminue, ainsi que la densité, tous deux dans le même rapport ; la caractéristique ne change pas. L'écrémage, au contraire, augmente la densité et abaisse le poids d'extrait : la caractéristique diminue.

D'après M. Quesneville, la caractéristique des laits moyens, renfermant de 35 à 45 grammes de matière grasse par litre, varie de 3,90 à 4,15.

Mais même si le taux de matière grasse est inférieur au chiffre de caséine, et si la caractéristique Quesneville indique une composition anormale, nous hésitons encore à affirmer l'écrémage volontaire. Il existe, en effet, outre les variations naturelles, des causes d'écrémage involontaire, que nous

(1) J. de Brevans. *Loc. cit.*
(2) Quesneville. *Moniteur scientifique*, 1884, 1902 et 1904.

avons signalées dans un article sur l'« Ecrémage spontané », paru dans le numéro de mars 1911 du *Bulletin de pharmacie du Sud-Est*, et dont MM. les professeurs Astre et Fonzes-Diacon ont complété l'étude dans le numéro de juillet 1911 de la même revue.

Et, dans le cas de poursuites, nous avons toujours pensé que le principal rôle ne devait plus ici, comme pour un mouillage, être attribué à l'expertise. Cette dernière, en effet, ne prouvera jamais autre chose que l'existence probable d'un écrémage ; ce sera le plus souvent à l'enquête judiciaire qu'il appartiendra de prouver l'intention frauduleuse.

Il reste même encore à s'entendre sur les chiffres à partir desquels on peut calculer le taux d'écrémage. Notre expérience personnelle des laits d'Avignon nous permet, après plus de mille dosages bi-quotidiens de beurre effectués sur le produit d'une étable de composition très variable (dépôt de vaches destinées à la vente), d'y fixer le minimum de beurre à 31 grammes pour la traite du matin, et à 33 grammes pour la traite du soir : laits de mélange, avec comme variations :

1° *Laits du matin :*

33 % titrant de 31 à 35 gr. de beurre
67 % — 35 à 38 gr. 5 (maximum)

2° *Laits du soir :*

5 % — 33 à 35 gr.
20 % — 35 à 40 gr.
75 % — 40 à 45 gr. 5 (maximum).

CHAPITRE II

La Polylactie : Variation provoquée

On désigne ainsi le résultat que croient obtenir les laitiers, et que supposent vrai certains chimistes, en « poussant » les vaches à une production plus abondante par une nourriture appropriée, très aqueuse.

On n'est pas d'accord entièrement sur la composition des rations susceptibles de provoquer chez les laitières une sécrétion plus active et par suite la production quotidienne d'un plus grand volume de lait.

Les uns affirment que certaines drèches industrielles créent avec des boissons chaudes cette polylactie. D'autres se contenteraient de faire boire les vaches avant la traite.

Un laitier nous a affirmé pouvoir réduire ou augmenter la production journalière de son étable en faisant varier la quantité de barbottage comprise dans la ration de ses bêtes de la façon suivante :

Sept vaches, produisant en moyenne de 70 à 80 litres par jour, en deux traites, sont nourries avec du foin en hiver et de l'herbe fraîche en été, plus toute l'année un barbottage composé de 16 kilogrammes de tourteaux pulvérisés, 16 kilogrammes de son et 70 à 80 litres d'eau, pour toute l'étable. Chaque vache absorbe environ 30 litres d'eau de boisson par jour.

Les demandes de lait sont moindres les premiers jours de la semaine, et cependant la production serait la même tous les jours si ce laitier avisé ne diminuait son volume à volonté

en diminuant ses frais de nourriture. En effet, quand il réduit le barbottage à 10 kilogrammes de tourteaux et 10 kilogrammes de son pour 50 à 60 litres d'eau, sans changer les quantités de foin ou d'herbe, ni le volume d'eau de boisson, il dit avoir constaté que, dès le lendemain, ses vaches produisent moins de lait, environ un litre par tête, et que, s'il continue ce régime réduit, la diminution de production peut s'accentuer jusqu'à environ un litre et demi en trois ou quatre jours.

La réciproque serait vraie, évidemment, puisqu'il prétend retrouver son volume normal aux derniers jours de la semaine en rétablissant le régime primitif.

Mais ce n'est pas là de la polylactie, c'est même le contraire, puisque l'augmentation de production n'a lieu qu'en régime normal et suffisamment nutritif, tandis que le terme de polylactie ne doit s'appliquer qu'à des augmentations en quelque sorte pathologiques produites au détriment de la qualité substantielle du lait.

Nous ne croyons pas qu'il soit sans danger de provoquer de manière plus ou moins continue, d'autant plus continue que l'intention sera plus nettement frauduleuse, la sécrétion anormale « en quelque sorte pathologique » d'une glande mammaire. En admettant même que le résultat immédiat de cette pratique soit rémunérateur pour le laitier, il est certain que la mamelle ne peut être surmenée impunément. « On voit ainsi, dit M. E. Roux (1), des étables atteindre une production anormale, et les animaux, promptement épuisés, franchir rapidement les différents degrés de la phtisie. »

Or, quand on sait avec quelle âpreté les laitiers défendent leurs troupeaux, appelant plus souvent le vétérinaire que le médecin, on hésite à croire qu'ils puissent échanger le bénéfice de quelques litres de lait supplémentaires contre la perte d'une ou de plusieurs bêtes...

(1) Monier, Chesney et Roux *Loc. cit.*, article 1265.

Quoi qu'il en soit de la valeur de ces considérations générales, nous allons examiner l'influence de ces procédés spéciaux d'alimentation sur la composition du lait. C'est, en effet, l'abaissement seul du taux des éléments utiles, bien plutôt que l'augmentation du volume de la production quotidienne, qui intéresse la recherche du mouillage, car si la richesse en éléments nutritifs n'est pas diminuée, peu importe que, par une manœuvre quelconque, les laitiers puissent intensifier leur rendement.

1° M. Gautrelet a signalé le fait suivant :

	Extrait	Matières grasse	Matières azotées	Matières minérales	Lactose
	—	—	—	—	—
Alimentation normale	13,53	3,75	2,95	1,11	5,94
Après avoir bu un seau d'eau	10,32	2,74	2,31	0,65	4,62

Ces résultats sont si surprenants, qu'on ne nous étonnerait point en nous affirmant que M. Gautrelet a été trompé par le vacher chargé des traites destinées à son expérience. Mais ce que nous avons trouvé plus surprenant peut-être, c'est l'usage qu'on a fait de ces chiffres dans les attendus d'un jugement rendu, le 22 avril 1909, par le Tribunal correctionnel de la Seine (1).

2° Nous voyons encore, dans ce même arrêt, que M. Cornevin, donnant de l'eau chaude, dit avoir augmenté de 1 l. 400 la production laitière et diminué le taux des matières extractives ; — et que M. Waldemann signale le cas d'une vache donnant 13 l. 500 de lait quand elle est nourrie avec des fourrages secs, et 20 litres quand elle est nourrie de fourrages verts, la richesse de son lait en matière grasse passant en même temps de 3,80 à 3,20 %.

Mais alors, l'alimentation par les fourrages verts constituerait une pratique illicite capable de provoquer une poly-

(1) *Bulletin international de la Répression des fraudes*, 2e année, n° 7, mai 1909, p. 168.

lactíe pathologique avec augmentation de 6 l. 500, contre 1 l. 400 seulement dans le cas d'absorption d'eau chaude !

3° Expérience de l'Institut de laiterie de Proskau (1), sur des vaches hollandaises :

	Extrait	Beurre	Extrait dégr.
	—	—	—
Nourries au vert.....	11,59	3,23	9,36
Nourries aux drèches de distillerie..	11,56	3,14	9,42

4° Expériences de A. Limbach (2) :

Ration contenant	Volume de lait	Matière grasse
	—	—
39 litres de vinasses.....	12 l. 25	3,16
45 litres de vinasses.....	12 l. 97	3,12
71,5 litres de vinasses.....	13 l. 23	3,42

5° Expériences de M. Malpeaux (3) :

	Vache n° 1		Vache n° 5	
	Betteraves	Pulpes	Betteraves	Pulpes
	—	—	—	—
Volume quotidien de lait	17 l. 6	17 l. 8	11 l. 3	9 l. 8
Matière grasse	3 47	3 37	3 46	3 69
Extrait sec	12 17	12 08	12 62	13 18
Extrait dégraissé	8 70	8 71	9 16	9 49
Lactose	5 07	4 83	5 40	5 03

6° M. Wauters (4), en donnant à la vache laitière des résidus de distillerie à discrétion, — plusieurs vaches en absorbèrent plus de 100 litres, — n'obtint qu'une augmentation dans la production, sans changement appréciable dans la composition du lait.

7° M. Lajoux (5) a obtenu les résultats suivants en nourrissant des vaches avec des pulpes, des drèches, des tourteaux et de la paille :

(1) Lindet. Le lait, p. 95.

(2) A. Monvoisin. *Loc. cit.*, p. 125.

(3) Malpeaux. Mémoires de la Société d'alimentation rationnelle du bétail, 1909.

(4) Ch. Porcher. *Loc. cit.* (De l'influence de l'alimentation sur la composition du lait.)

(5) Lajoux. *Journal de Pharmacie et de Chimie*, 16 juin 1905.

NOMBRE ET RACE des vaches	POINT de congélation	EXTRAIT degraissé	BEURRE	LACTOSE anhydre	CENDRES	CASÉINE
1 normande	0·58	93,80	33,10	50,12	8,20	35,48
20 vaches	57	90,90	33,10	47,93	7,90	35,07
1 hollandaise	55	87,00	32,10	49,38	7,50	30,12
20 vaches	55	90,90	33,70	48,65	7,70	34,57
1 hollandaise	55	84,60	25,00	48,78	7,90	27,92
20 vaches	56	81,90	48,60	42,46	7,60	31,84
tandis qu'il obtenait avec une nourriture rationnelle :						
1 hollandaise	0·57	93,10	48,70	47,39	8,20	37,51
1 meusienne	56	90,90	37,20	45,02	7,60	38,28
4 hollandaises	55	88,30	35,30	46,29	7,60	34,41
5 meusiennes	55	88,40	34,90	46,65	8,20	33,55
1 normande	56	95,90	47,10	47,75	7,50	40,65
5 meusiennes	56	89,00	37,10	47,02	7,90	34,08
Plusieurs hollandaises	56	89,50	38,60	46,48	7,80	35,22
1 hollandaise	55	84,20	37,30	43,37	7,30	33,53
1 hollandaise	55	86,80	37,00	46,98	7,60	32,22
1 normande	55	92,50	48,30	49,39	7,90	32,21
4 hollandaises	555	84,70	31,20	44,68	7,60	32,42
4 meusiennes	555	89,50	38,10	49,78	7,50	32,22
et avec du fourrage vert :						
1 hollandaise	0·54	86,90	31,70	46,98	7,70	32,22
1 meusienne	555	85,70	32,10	48,08	8,10	29,52
1 normande	55	93,40	59.10	49,39	7,70	36,31
Plusieurs hollandaises	55	86,70	32,70	46,79	6,20	33,71
Plusieurs meusiennes	56	92,20	36,00	49,21	6,50	36,00
Mélange	555	84,20	41,20	46,48	7,60	30,12

Nous ne saurions tirer une conclusion de ces résultats, auxquels il manque les variations de production quotidienne. Bien plus : non seulement les écarts entre les laits des vaches recevant la même alimentation sont plus grands que ceux relevés entre les laits obtenus par des alimentations différentes, mais encore ces écarts ne paraissent pas être tous favorables à l'alimentation rationnelle, faits que nous allons faire ressortir plus nettement en groupant autrement qu'il ne l'a fait les chiffres de M. Lajoux dans le tableau suivant :

ALIMENTATION	RACE et NOMBRE des vaches	BEURRE	EXTRAIT dégraissé	LACTOSE anhydre
Résidus industriels.	1 normande..	33.10	93.80	50.12
Rationnelle.....	1 —	47.10	95.90	47.75
—	1 —	48.30	92.50	49.39
Fourrages verts ...	1 —	59.10	93.40	49.39
Résidus industriels.	1 hollandaise.	32.10	87.00	49.38
—	1 —	25.00	84.60	48.78
Rationnelle.....	1 —	48.70	93.10	47.39
—	4 —	35.30	88.30	49.29
—	plusieurs —	38.60	89.50	46 48
—	1 —	37.30	84 20	43.37
—	1 —	37.00	86.80	46.98
—	4 —	31.20	84.70	44.68
Fourrages verts....	1 —	31.70	86 90	46.98
—	plusieurs —	32.70	86.70	46.79
Résidus industriels.	20 vaches	33.10	90.90	47.93
—	—	33 70	90.90	48.65
—	—	48.60	81.90	42.46
Fourrages verts....	Mélange. . ..	41.20	84 20	46.48
Rationnelle.....	1 meusienne.	37.20	90.90	45.02
—	5 —	34.90	88.40	46.65
—	5 —	37.10	89.00	47.02
—	4 —	38.10	89.50	49.78
Fourrages verts....	1 —	32.10	85.70	48.08
—	plusieurs —	36.00	92.20	49.21

8° A la suite d'un rapport d'expertise, MM. Ch. Girard, L'Hote et Magnier de la Source (1) ont fait intervenir plus spécialement la question de race : « Certaines races de vaches, et plus particulièrement la race hollandaise, sous l'influence

(1) Rapport d'expertise publié *in extenso* dans le *Moniteur scientifique* du Dr Quesneville, 1891, pp. 5 et 120.

d'un régime approprié, peuvent donner un rendement presque double du rendement normal, en lait, nécessairement plus pauvre en extrait et en beurre, que le lait des vaches soumises au régime ordinaire ; en d'autres termes, on peut créer une polylactie de toutes pièces ».

Ils ont basé cette conclusion sur les résultats que voici :

Mars 1883. — Traite du soir, complète, de trois vaches hollandaises et de quatre vaches normandes (nourriture : mélange de drêches, de pulpe ; de betteraves fraîches, de son, de féveroles, et de remoulage de farine).

COMPOSITION PAR LITRE

	Hollandaises	Normandes
Lait par jour	22 litres	18 litres
Densité à 15°	1029,7	1031,3
Eau	908,6	884,3
Extrait à 95°	121,1	147,0
Beurre	34,0	51,1
Extrait, moins le beurre	87,1	95,9
Sucre de lait	48,9	52,0

Avril 1882. — Traite du soir de vaches hollandaises nourries à la drèche.

COMPOSITION PAR LITRE

Densité à 15°	1028,2
Eau	924,9
Extrait à 95°	103.3
Beurre	13,4
Extrait, moins le beurre	89.9
Sucre de lait	46,7

9° D'autre part, dans un autre rapport d'expertise dont les conclusions sont identiques, MM. Girard, L'Hote et Villiers (1) citent l'expérience suivante :

(1) Villiers, Collin et Fayolle. Aliments lactés et aliments gras, 1911, p. 16.

Juin 1893. — Traite du soir, complète, de huit vaches hollandaises, de trois vaches suisses et de cinq vaches normandes (nourriture : drêches de distillerie, foin, herbe, tourteaux de lin et de coco trempés).

COMPOSITION PAR LITRE

	Hollandaises	Suisses	Normandes
	—	—	—
Lait par jour.....	22 à 24 l.	15 à 16 l.	12 à 14 l.
Crémomètre	10	9	11
Densité à 15°.....	1029,7	1031,9	1030,8
Eau	909,8	904,9	901,8
Extrait à 95°.....	119,9	127,0	129,0
Beurre	36,5	34,5	40,0
Extrait, moins le beurre..	83,4	92,5	89,0
Sucre de lait.....	47,4	47,4	44,8
Cendres	6,0	7,3	6,0
Caséine	30,0	37,8	38,2

L'expérience de mars 1883 montre que, malgré le régime approprié, il n'y a pas polylactie chez les vaches normandes, tandis que les vaches hollandaises ont fourni dans les mêmes conditions un grand volume d'un lait plus pauvre en éléments nutritifs que celui de ces normandes. Mais nous ne pouvoir voir là une preuve de polylactie provoquée chez les hollandaises, puisque nous venons de voir qu'il en est de même en régime rationnel, d'après les chiffres de M. Lajoux.

L'analyse d'avril 1882 indique seulement une faible teneur en beurre dans le lait de vaches hollandaises nourries à la drêche, avec par contre une valeur normale d'extrait dégraissé, et pas d'indication du volume quotidien de lait. Ici donc, la polylactie se réduirait à une diminution du taux des matières grasses et ne satisferait plus à sa propre définition, sans compter que ce résultat est en contradiction avec ceux des diverses expériences rapportées avant celle-ci.

Enfin, le tableau comparatif des trois analyses de juin 1893 montre que les 22 à 24 litres quotidiens produits par les hollandaises sont plus riches en beurre que les 15 à 16 litres

des suisses, ont la même teneur en lactose que ces derniers et en contiennent davantage que les 12 à 14 litres des normandes. Seule, en effet, la caséine est plus faible chez les hollandaises que chez les deux autres, et nous nous trouvons en présence d'un nouveau genre de polylactie, qu'il faudra aussi définir.

Mais nous croyons pouvoir nous contenter pour montrer que les résultats de ces trois essais ne légitiment pas les conclusions de MM. Girard, L'Hote et Magnier de la Source, de citer les chiffres suivants (1) empruntés à un travail fait au Laboratoire municipal de Paris en mars, avril et mai 1882.

ALIMENTATION	RACE ET NOMBRE des vaches	EXTRAIT dégraissé	BEURRE	LACTOSE
Betteraves, son, paille, foin.....	15 hollandaises	87.6	38.2	47 6
Son, brisures de fèves, paille, foin.....	22 hollandaises	87.9	38.1	47 9
Betteraves, son, paille.	2 hollandaises, 8 picardes	80 7	36.9	43.5
Betteraves, remoulage, son, foin.....	13 hollandaises	84.3	34.6	46.3
Betteraves, son, regain.	7 hollandaises	83.7	35.8	47 1

Or, ces résultats ont été fournis par des vaches hollandaises normalement alimentées, tandis qu'une étable composée de 6 hollandaises, 6 picardes et 8 flamandes (les flamandes et les hollandaises étant également considérées comme montrant souvent une tendance exagérée à la production de grosses quantités de lait au dépens de la qualité) (2), soit 20 vaches en majorité susceptibles de polylactie, et nourries de drêche liquide, son, foin et paille, donnait la série suivante de résultats :

(1) J. de Brevans. *Loc. cit.*
(2) Monier, Chesney et Roux. *Loc. cit.*, article 1265.

Extrait dégraissé	Beurre	Lactose
—	—	—
84,1	34,6	47,5
88,2	40,4	54,1
94,6	47,4	51,8
87,1	39,2	48,6
87,3	36,9	48,7

Et ceci montre que, comme les variations individuelles, les variations des laits de mélange d'une même étable peuvent être plus considérables encore, sans changement de régime, que les différences qu'on a voulu attribuer à l'influence d'une alimentation très aqueuse.

Il est vrai que tous les auteurs ne partagent pas cette manière de voir *a priori*. Ainsi, M. Ch. Porcher (1) admet bien une influence de la ration alimentaire sur la production laitière, mais il l'explique de la façon suivante :

« Une femelle laitière, suivant qu'elle sera bien ou mal nourrie, donnera plus ou moins de lait ; la composition du lait au litre ne sera guère différente dans les deux cas, que la ration soit suffisante ou non ; mais ce qui variera, ce sera le rendement total, la vache bien nourrie donnant 12 litres au lieu de 8, par exemple. Voilà en somme en quoi consiste surtout l'influence de l'alimentation ; c'est, en dehors de la finesse, de la saveur, de l'arome, qualités non mesurables, le rendement total qui est augmenté quand la ration est suffisante ; ce n'est pas, à proprement parler, le rendement au litre.

» Ce serait donc une illusion, ou plutôt même une hérésie scientifique, de supposer un seul instant qu'on puisse faire éliminer en 10 litres de lait la matière sèche qui se trouve dans 12.

» Tout ceci paraît non moins évident, quand, en se plaçant au point de vue inverse, on assure à la femelle laitière une

(1) Ch. Porcher. *Loc. cit.*

alimentation très aqueuse. C'est ainsi que M. Wauters, en donnant à la vache laitière des résidus de distillerie à discrétion, n'obtint qu'une augmentation dans la production laitière, mais pas de changement appréciable dans la composition du lait. Aussi n'est-il pas tout à fait exact de dire qu'on mouille le lait avant qu'il ne sorte du pis, en administrant aux femelles laitières de fortes quantités de drèches liquides, d'eaux d'Argenteuil, etc...

» Le lait recueilli, pour plus abondant qu'il soit, n'est pas beaucoup moins riche que s'il provenait de la même bête nourrie rationnellement ; son harmonie de composition est conservée, ainsi qu'en témoigne son point de congélation, qui reste égal à — 0°55 ; il y a le même nombre de molécules éliminées, et si le résidu est un peu inférieur, c'est que certaines grosses molécules ont été remplacées par de plus petites, par du chlorure de sodium notamment. »

D'autre part, MM. L. Marcas et C. Huyge (1) se sont proposés de vérifier expérimentalement la valeur d'une opinion des cultivateurs des régions sucrières de la Belgique, qui affirment avec conviction que les pulpes de diffusion ensilées exercent une influence marquée sur la composition du lait et particulièrement sur sa richesse en matière grasse.

Or, les résultats de leurs expériences contredisent formellement cette croyance. La conclusion qui s'en dégage, disent-ils, « est conforme à celle émise par de nombreux expérimentateurs, à savoir : que l'alimentation des bêtes laitières ne peut exercer qu'une influence insignifiante sur la composition du lait ».

Enfin, M. A. Farines (2) admet bien que l'influence d'une

(1) L. Marcas et C. Huyge. Rapport sur l'influence de l'alimentation des vaches laitières sur la composition du lait. Présenté au deuxième Congrès belge de l'alimentation (Liège, 1er au 4 octobre 1911). Conclusions adoptées par la Section de laiterie du Congrès.

(2) A. Farines. Au sujet de la polylactie, ou mouillage au ventre (*L'industrie laitière*, 1910, p. 377).

alimentation aqueuse se fait sentir sur la sécrétion, mais dans ce sens que le liquide absorbé par une vache agit sur l'activité de la mamelle en augmentant la tension sanguine, et que cet effet est limité par l'élimination rénale de l'excès d'eau.

Si l'opinion qu'une alimentation fortement aqueuse, en augmentant le rendement, donne du lait pauvre en principes extractifs pouvant présenter les caractères des laits mouillés est très répandue, elle ne repose par contre, dit-il, sur aucune expérience bien précise : et il est peut-être un peu téméraire de l'avoir admise *a priori*.

Cette observation est basée sur la théorie de la physiologie de la mamelle, organe de sécrétion et non d'excrétion, dans laquelle il est peu probable que l'eau pénètre pure après avoir laissé dans le sang les matières qu'elle y tenait en solution. Et le plus souvent la diminution du taux de l'extrait sec, à la suite d'une alimentation aqueuse, ne porte pas sur d'autres éléments que la matière grasse, dont on connaît les grandes variations naturelles.

Et M. Farines conclut que le fait de donner aux vaches une alimentation aqueuse ne peut pas être considéré comme une falsification, et la surproduction en lait n'est pas plus condamnable que la culture intensive.

***

Nous nous sommes, de notre côté, proposé de vérifier, par les deux expériences suivantes : 1° l'influence d'une ration, à la fois plus abondante et moins substantielle, de produits très aqueux pauvres en éléments nutritifs, sur les teneurs du lait en extrait dégraissé et matières minérales ; — 2° l'influence d'une nourriture normale, avec augmentation de l'eau de boisson, sur la composition du lait.

Première expérience

Deux vaches de 9 ans, race Tarentaise, bonnes laitières, nourries de fourrages secs, farine de maïs et tourteaux, ont

été brusquement soumises au régime exclusif des drêches de sucreries additionnées d'une grande quantité d'eau : conditions vraiment exceptionnelles d'alimentation.

Leur lait a été examiné le dernier jour du régime normal, puis après huit jours du régime exceptionnel.

	Extrait dégraissé pour cent	
	En régime normal	Après 8 jours de régime exceptionnel
Vache n° 1.....	8,81	8,32
Vache n° 2.....	9,48	8,95

	Cendres totales	
	En régime normal	Après 8 jours de régime exceptionnel
Vache n° 1.....	0,945	0,785
Vache n° 2.....	1,000	0,850

	Cendres solubles	
	En régime normal	Après 8 jours de régime exceptionnel
Vache n° 1.....	0,245	0,255
Vache n° 2.....	0,230	0,240

	Chlorure de sodium	
	En régime normal	Après 8 jours de régime exceptionnel
Vache n° 1.....	0,146	0,158
Vache n° 2.....	0,088	0,140

Il est donc vrai que ce régime très aqueux, mais surtout peu nutritif, diminue l'extrait dégraissé et même les cendres insolubles. Par contre, il semble nettement augmenter les teneurs en cendres solubles et surtout en chlorure de sodium, comme le prévoyait M. Ch. Porcher.

Malheureusement, l'expérience est incomplète, puisque nous n'avons pas mesuré les volumes de production quotidienne. Et si nous savons dès à présent qu'une semblable

pratique, exceptionnelle, car il est certain qu'aucun laitier n'a jamais exclusivement nourri ses vaches de drêches, semble pouvoir provoquer un changement de composition susceptible de faire soupçonner par l'examen des taux d'extrait non beurre, l'existence possible d'un mouillage, nous ne savons pas s'il y a eu réellement polylactie.

Il faut aussi, malgré cette apparence, considérer que les diminutions constatées, après huit jours entiers d'alimentation insuffisante, ne dépassent pas les proportions de 5,7 et 5,6 %, proportions que peuvent atteindre en moins de temps les variations naturelles en régime normal.

En effet, on peut tirer de résultats obtenus par MM. Touchard et Bonnétat (1), au cours d'expériences faites sur un troupeau soumis à une alimentation normale et uniforme, les constatations suivantes :

DATE	MOMENT DE LA TRAITE	VACHE A		VACHE B	
		Extrait dégraissé	Cendres	Extrait dégraissé	Cendres
8 mars	soir	103 11	7.4	95 70	7.5
9 —	matin	102.53	7 9	96.70	8.5
9 —	soir	101.16	8.0	94.36	7.3
10 —	matin	97.01	7.3	97.95	7.3
10 —	soir	98 94	8.2	95.13	7.8
11 —	matin	99.37	7.7	95.04	7.6
11 —	soir	99.62	7.6	94 56	8.2
12 —	matin	95.68	7.6	96.01	7.6
12 —	soir	98.04	7.6	94 94	8.0
13 —	matin	101.42	7.4	94 90	7.8

On retrouve les mêmes variations brusques, en des temps très courts, dans les chiffres suivants que nous empruntons à M. Monvoisin (2) :

(1) Touchard et Bonnétat. Communication au Congrès international de laiterie (Paris, 1905).

(2) Monvoisin. *Loc. cit.*, p. 114.

Extraits dégraissés, par litre, fournis par une vache normande de 8 ans

	Traite du matin	Traite du soir
16 juillet 1905.....	95,10	99,10
17 — —	99,20	93,60
18 — —	92,20	84,40
19 — —	83,10	84,90
20 — —	84,10	93,30
21 — —	93,90	97,70
22 — —	88,20	95,50
23 — —	96,60	101,50

D'autre part, M. Cailloux (*Bulletin de la Société de pharmacie de Bordeaux*, numéro de novembre 1910), analysant pendant 5 jours consécutifs le lait de trois vaches, traites en sa présence, matin et soir, a obtenu les variations suivantes de l'extrait dégraissé :

	Traite du matin	Traite du soir
Vache n° 1.....	91,67 à 101,99	95,96 à 102,74
Vache n° 2.....	95,29 à 101,70	93,22 à 96,96
Vache n° 3.....	95,22 à 101,07	92,29 à 96,77

Deuxième expérience

Si on admet que la chose soit possible, le vrai procédé de mouillage avant la traite, pour que la composition pondérale du lait ne soit pas influencée par l'insuffisance de la ration, devra donc comporter une alimentation normale en éléments nutritifs et l'ingestion simultanée du plus grand volume d'eau possible.

Si, dans ces conditions, le volume de la production quotidienne est augmenté, tandis que le lait sécrété présente une teneur plus faible en éléments utiles, il faudra croire à la polylactie provoquée. C'est ce que nous avons voulu vérifier par cette dernière expérience, faite dans les conditions suivantes :

Deux vaches, de race comtoise, ont été séparées des autres bêtes de l'étable. La première, âgée de sept ans, avait vêlé

en avril 1911, et la deuxième, âgée de neuf ans, en novembre 1910.

Elles recevaient quotidiennement comme ration :

Foin	12 kilogr.	
Tourteaux de coprah.....	3 kilogr.	en barbottage dans 10 litres d'eau.
Son	2 kilogr.	
Eau de boisson.....	35 litres.	

Leur lait de la traite du matin a été analysé les 14 et 24 juin, 1er juillet et 19 août 1911. Avant les chaleurs torrides de cet été exceptionnel, elles sécrétaient : l'une 18 litres de lait par jour, et l'autre 12 litres. Sous l'influence de la température, vers la fin juillet, les deux bêtes ont commencé à refuser une partie de leur ration quotidienne de foin, sans cesser d'absorber le barbottage, ni les 35 litres d'eau de boisson. A la suite de cette réduction involontaire des éléments nutritifs de la ration, les volumes de lait sont tombés à 15 litres pour la première et 10 litres pour la seconde, sans cependant qu'il nous fût possible d'y constater un changement réel de composition : analyses du 19 août 1911.

A cette même époque, une autre vache de l'étable ayant complètement cessé de manger, et absorbant par contre plus d'eau de boisson qu'auparavant, nous avons constaté chez elle une diminution considérable de la sécrétion quotidienne.

Fin septembre, la vache n° 2 n'a plus donné de lait du tout, et nous avons dû la remplacer par le n° 3, comtoise de six ans, ayant vêlé en juillet 1911.

Les laits (traites du matin) des nos 1 et 3 ont été examinés les 4 et 14 novembre 1911, sur des volumes de 15 litres par jour chacun.

Mais, en décembre, à la suite d'une atteinte bénigne de fièvre aphteuse, les sécrétions ont partiellement tari, et nous avons attendu, pour continuer l'expérience, que ces volumes soient redevenus égaux à 14 litres, en janvier 1912.

Fin janvier 1912, sans rien changer à la composition de la ration journalière, nous avons voulu faire absorber aux deux

NUMÉRO de la VACHE	DATES		VOLUME quotidien DU LAIT	ANALYSE CHIMIQUE DU LAIT ENTIER						EXAMEN DU LACTOSÉRUM CHLOROCALCIQUE			
				Extrait	Cendres	Beurre	Caséine	Lactose anhydre	Extrait dégraissé	Réfraction	Extrait	Cendres	Lactose anhydre
I.	14 Juin.....	1911	18 litres	131.90	7.06	36.92	34.82	44.44	94 98	38°6	65.14	6 74	48.14
	24 —	—	18 —	129.56	6.96	33 76	35.37	47.82	95.80	39°2	66.94	6.76	49 86
	1er Juillet...	—	18 —	134.06	7.56	37 17	32.71	47.32	96.89	39°5	68 74	5.64	50.69
	19 Août.....	—	15	128.36	7 38	33.22	34.20	47.00	95 14	39°5	65 78	7.08	50 70
	4 Novembre	—	15	153.17	7.44	53.97	38.70	46.61	99.20	40°8	67.10	5.20	51.40
	14 —	—	15 —	137.30	8.12	41.62	40 50	40.44	95.68	38°3	60 66	5 48	44.71
	30 Janvier.	1912.	14 —	133.08	6.52	39.72	34.72	45.86	93.36	40°0	62.66	5 50	50.00
	23 Février..	—	15 —	136.03	7.36	42.55	33.40	45.12	93.48	38°6	61 60	5 56	49.55
	4 Mars.....	—	15 —	136.87	7.04	43.59	34 07	45 86	93.28	38°8	61.68	5.64	49.33
	16 —	—	14 —	137 80	9.16	44.00	30.27	47.82	93.80	39°3	61 60	6.72	50 46
II.	14 Juin.....	1911.	12 litres	127.50	7.96	34.04	34.26	42 97	93.46	37°8	61.30	6 52	45.21
	24 —	—	12 —	124.78	7.00	30.58	34.08	46 80	94.20	38°6	64.56	6 90	48.40
	1er Juillet...	—	12	124 06	7.62	31.00	33.30	45.00	93.06	38°5	64.34	7.40	48 24
	19 Août.....	—	10 —	131.66	7.60	36.20	33.10	46.90	95.46	39°5	65.86	5.66	51.00
III.	4 Novembre	1911.	15 litres	141.93	7.16	47.79	38.21	42.30	94.14	39°8	64.58	6.54	48.24
	14 —	—	15 —	138 32	7.68	41.56	40.70	41.66	96 76	38°8	62.40	4 60	47 82
	30 Janvier..	1912.	14 —	154.64	6.80	47.08	40.86	52.60	107.56	43°5	71.78	4.72	58 85
	23 Février..	—	15 —	151.29	7.36	42.37	44.88	50.00	108.92	41°0	68 64	4.54	56.92
	4 Mars	—	15 —	152.68	7.40	44.88	40.96	52.85	107.80	42°0	70 16	4.20	59.04
	16 —	—	14 —	145.16	8.36	37.36	39.18	55 55	107.80	41°6	68.28	5.72	60.94

bêtes plus de 35 litres d'eau de boisson par 24 heures. Nous n'avons pu y parvenir. Usant alors d'un artifice, nous avons ajouté à cette eau environ deux kilogrammes de farine d'orge, de sorte que les vaches, pour manger cet aliment dont elles se montrèrent friandes, étaient tenues d'absorber un excès de liquide qui n'a cependant pas dépassé les volumes de 1 litre et demi à 2 litres par jour.

Un essai, fait précédemment dans la même étable, pour vérifier les effets de l'absorption d'eau avant la traite, et consistant à présenter à une vache un seau d'eau (10 litres) contenant du son et de la farine d'orge, avait été aussi infructueux : la bête en avait pris moins d'un litre.

Nos deux sujets ont été traités, comme nous venons de l'indiquer, jusqu'au 4 mars 1912, et au cours de cette période leurs laits, sécrétés à raison de 14 à 15 litres par 24 heures suivant les jours, ont été examinés le 30 janvier, le 23 février et le 4 mars.

Enfin, le régime primitif rétabli le 5 mars, et le volume quotidien de la sécrétion n'ayant pas varié (toujours entre 14 et 15 litres), nous avons fait un dernier examen des laits du matin du 16 mars.

Les résultats de toutes ces analyses sont consignés dans le tableau de la page 88.

Ils n'apportent aucun argument favorable à l'idée qu'on s'était faite ces dernières années de la polylactie alimentaire des vaches.

En effet, en régime normal, les vaches 1 et 2 ont diminué le volume de leur rendement, par réduction involontaire de la ration de foin, sans changement dans les quantités d'eau de boisson, et la composition du lait restant la même. Il semble donc, dans ce cas, que des augmentations de deux et trois litres ont été provoquées par l'absorption de plus grandes quantités de substances nutritives : vérification fortuite de l'opinion de M. Ch. Porcher, rapportée plus haut.

Quant à l'influence du régime spécial, plus aqueux, ou tout

au moins de ce que nous avons pu instituer de ce régime, elle se manifeste par des résultats contradictoires, comme dans toutes les expériences que nous avons eu l'occasion d'examiner précédemment, et ne peuvent s'expliquer que par le jeu des variations naturelles de composition des laits individuels.

***

En résumé :

On a constaté un phénomène surprenant de lactation qui consiste dans la sécrétion, par certaines vaches, de volumes considérables de lait : jusqu'à trente litres par jour.

Ce phénomène, quoique paraissant être au premier abord le privilège des races hollandaises et flamandes, ne se reproduit pas chez tous les individus de ces deux races, et il a été retrouvé chez deux comtoises, par exemple, avec 20 et 28 litres de lait par jour, par M. Defrance, au cours de son étude des laits de Montpellier.

Comme il est d'opinion courante qu'un lait abondant soit ordinairement pauvre en ses composants fixes, on a souvent attribué, pour leur défense, la faiblesse des résultats d'analyses des laits soupçonnés de mouillage à l'abondance de la sécrétion quotidienne. Mais il n'en est rien en réalité : et il est aisé de s'en convaincre par le rapprochement des chiffres suivants empruntés au travail de M. Defrance :

ÉLÉMENTS DOSÉS	N° 1 Comtoise	N° 6 hollandaise croisée	N° 11 hollandaise suisse	N° 14 croisée hollandaise	N° 19 Comtoise
Volume quotidien de lait.	28 lit.	16 lit.	30 lit.	20 lit.	20 lit.
Déviation réfractométrique.	38.7	38	39	39	39
Point cryoscopique.....	0.55	0 55	0.57	0 55	0.55
Extrait	131.52	133.28	148.92	131.28	137.42
Cendres.....	5.99	7.23	6.83	7.83	7.24
Albuminoïdes (procédé Denigès).....	26.50	30.60	25 60	25.60	23.75
Beurre	44.00	45.35	58.00	41.00	52.00
Lactose anhydre.....	47.00	42.90	48.40	50.00	48.00
Extrait dégraissé.....	87.52	87.93	90.92	90.28	85.42

Or, les bêtes recevaient une ration normale, suffisant à leur entretien par sa richesse en éléments nutritifs. On peut donc prétendre que ces grands volumes de laits provenaient de dispositions individuelles à la sécrétion lactée, sans autre influence marquée sur la composition qu'une diminution du taux des albuminoïdes. Il existe par conséquent une véritable polylactie naturelle, et on l'a constatée fréquemment chez certains individus de races différentes.

Mais ce phénomène, exclusivement individuel quand on l'observe dans des conditions telles qu'on ne puisse le considérer autrement que comme une variation physiologique naturelle de la lactation, prend une toute autre importance lorsqu'on entend des éleveurs et des chimistes prétendre qu'on pourrait artificiellement provoquer des surproductions du même ordre avec toutes les vaches, et particulièrement les hollandaises et les flamandes, par une alimentation spéciale, très aqueuse, dont le résultat se manifesterait par la sécrétion de grands volumes de laits pauvres en principes extractifs, et constituerait, par suite, un véritable mouillage du produit par polylactie « provoquée ».

On retrouve cette opinion dans un distique de Virgile rendu célèbre, parmi les experts, par l'usage qu'on en fit dans le jugement du Tribunal correctionnel de la Seine rappelé au début de ce chapitre. Et, quoique nous ne puissions attribuer au dire du poète latin une grande valeur au point de vue capable de reproduire à volonté le mouillage du lait avant la réalité de la polylactie volontairement provoquée ne paraissent pas avoir trouvé, jusqu'à présent, de référence plus probante de leur opinion.

En effet :

1° Personne, pas même le nourrisseur qui invoque ce phénomène, ne connaît la composition de la ration alimentaire capable de reproduire à volonté le mouillage du lait avant la traite ;

2° Les essais d'alimentation par des résidus industriels,

et toutes autres rations fortement aqueuses, ont abouti à des résultats contradictoires : les différences de composition obtenues, tant favorables que défavorables à la thèse de la polylactie provoquée, n'ont jamais dépassé les variations quotidiennes naturelles observées sur les vaches qui reçoivent des rations normales ;

3° Nous avons constaté que les bêtes de notre expérience ont refusé des volumes d'eau de boisson plus grands que ceux qu'elles absorbaient habituellement, et malgré l'emploi d'un artifice engageant nous ne sommes pas parvenu à augmenter ces volumes de plus de deux litres par jour. Nous avons, en outre, observé qu'en dehors des repas elles ont dédaigné le seau d'eau que nous voulions leur faire boire avant la traite ;

4° Au cours de notre travail, pendant l'été exceptionnel de 1911, les bêtes examinées ont d'elles-mêmes, par refus d'ingestion, diminué leur ration quotidienne sans cesser d'absorber les mêmes quantités d'eau de boisson : le résultat de cette alimentation, paraissant, *a priori*, favorable à l'appauvrissement du lait, fut une diminution de trois et de deux litres du volume sécrété dans les 24 heures, sans changement appréciable de composition.

⁂

Donc :

1° Si l'on réserve le nom de polylactie à la propriété que possèdent certaines races, et surtout certains individus de toutes races, de produire, même avec une alimentation normale, de très grands volumes quotidiens de lait dont les teneurs en matières insolubles — matière grasse et caséine — sont inférieures aux chiffres généralement fournis à l'analyse par des laits de composition dite moyenne, il est indispensable, semble-t-il, de bien spécifier que ce phénomène constitue une « polylactie naturelle » ;

2° Mais, si l'on attribue cette dénomination au résultat que prétendent obtenir les laitiers, et que croient possible certains auteurs, en « poussant » les vaches à une production plus abondante par l'emploi d'une nourriture appropriée, très aqueuse, dont l'effet se ferait sentir, en les diminuant, sur les proportions de tous les éléments constitutifs du lait, résultat que M. Henri Imbert propose d'appeler « polylactie provoquée », nous ne croyons pas pouvoir, pour notre compte, en admettre la signification. Et lorsque, en présence d'un échantillon possédant une composition indiscutable de lait mouillé, le laitier incriminé soulève la question d'alimentation, nous ne savons pas expliquer cette composition autrement que par les effets d'un mouillage après la traite.

CONCLUSIONS

Détermination de l'extrait sec du lacto-sérum. — Cet extrait sec est constitué par la totalité des substances solubles du lait privé, par coagulation, du beurre et de la caséine qu'il contenait. Ce serait la constante de M. Cornalba, si cet auteur avait rapporté ses résultats au litre de lacto-sérum, au lieu de les rapporter au litre de lait.

Nous avons cependant constaté qu'on lui attribuait des valeurs différentes :

	Minimum	Maximum	Moyenne
MM. Villiers et Bertault.....	61,20	74,60	65,68
M. Bonn	67,00	71,00	»
Nous-même	60,60	71,78	64,66

Mais nous avons aussi montré que ces divergences, apparentes, proviennent de ce que MM. Villiers et Bertault évaporent dans le vide un volume déterminé d'un lacto-sérum exempt d'albumine, mais inexactement dilué et constitué par le mélange de 1 partie d'eau et du lacto-sérum de 2 parties de lait ; — M. Bonn évapore, dans les conditions prescrites par la méthode officielle pour la détermination de l'extrait sec du lait, 10 cc. d'un vrai lacto-sérum renfermant encore une certaine proportion d'albumine ; — et nous-même évaporons, dans les mêmes conditions que M. Bonn, 10 cc. d'un vrai lacto-sérum, exempt d'albumine, préparé selon un procédé indiqué par M. le docteur Ackermann, de Genève, et qui seul fournit des sérums totalement privés d'albumine et exactement mesurables, sans erreur de volume, dans les prises d'essai.

Conditions d'utilisation des constantes physiques. — 1° Le point de congélation ne peut être utilisé que s'il a été déterminé sur un lait frais, avant toute altération : les corrections expérimentales ne pouvant être appliquées à l'infinie variété des changements apportés à la composition des laits par les multiples et diverses fermentations possibles de ce liquide.

Il en est de même des autres déterminations physiques : réfraction du lacto-sérum et résistance spécifique du lait au passage du courant électrique.

Tout ce qu'il paraît actuellement possible d'affirmer au point de vue spécial de la recherche du mouillage des laits conservés, c'est qu'un point de congélation et une réfraction inférieurs tous deux, aux chiffres admis comme moyennes de ces mesures, peuvent faire affirmer l'existence de cette fraude. Des valeurs supérieures à ces données ne prouvent rien, et ne peuvent servir à innocenter un lait déjà rendu suspect par les résultats de l'analyse chimique.

2° Pour les mêmes raisons que nous avons exposées à propos de la détermination de l'extrait du lacto-sérum, le sérum chloro-calcique de M. le docteur Ackermann nous paraît devoir fournir des valeurs plus précises, et surtout toujours comparables entre elles, à l'examen réfractométrique.

3° Outre l'action considérable de l'altération des laits, par fermentation lactique, sur la résistance spécifique, cette propriété physique n'est pas régulièrement influencée par le mouillage. De plus, l'écrémage n'en change nullement la valeur.

Analyse des laits altérés, non coagulés. — Dans le cas où, malgré leur altération, les laits ne sont pas coagulés et peuvent être homogénéisés, non seulement il est possible, mais encore il est utile d'en faire une analyse complète comprenant toutes les déterminations, aussi bien physiques que chimiques.

Le rapprochement des résultats de cet examen permet d'ap-

préciser à la fois la nature et le degré de l'altération, de décider de la possibilité d'utilisation des divers chiffres de l'analyse, et de retrouver la composition primitive du lait avec une approximation suffisante pour en faire la base d'une conclusion.

Nos exemples d'analyses de ces laits montrent que la caséine y est toujours en partie solubilisée et que les fermentations du lactose y sont peu actives.

Dans le premier cas (altération de la caséine seule), la réfraction est notablement augmentée, ainsi que l'extrait du lacto-sérum, tandis que la différence entre la matière azotée totale et la caséine est considérablement plus grande que 3,50.

Dans le deuxième cas (altération du lactose seul), le point de congélation serait très augmenté, la résistance spécifique très diminuée, la réfraction serait peu changée, la somme matière azotée totale + cendres retranchée du chiffre de l'extrait dégraissé serait notablement supérieure à la valeur trouvée pour le lactose anhydre.

Dans le cas des deux altérations simultanées, on retrouve toutes ces variations ensemble. Et, dans tous les cas, l'extrait dégraissé est peu différent de celui du lait primitif non altéré.

La Polylactie : variation provoquée de la composition centésimale des laits. — 1° Si l'on réserve le nom de polylactie à la propriété que possèdent certaines races, et surtout certains individus de toutes races, de produire, même avec une alimentation normale, de très grands volumes quotidiens de lait dont les teneurs en matières insolubles — beurre et caséine — sont inférieures aux chiffres habituellement fournis à l'analyse par des laits de composition dite moyenne : il est indispensable, semble-t-il, de bien spécifier que ce phénomène constitue une « polylactie naturelle ».

2° Mais si l'on attribue cette dénomination au résultat que

prétendent obtenir les laitiers, et que croient possible certains auteurs, en « poussant » les vaches à une production plus abondante par l'emploi d'une nourriture appropriée, très aqueuse, dont l'effet se ferait sentir — en les diminuant — sur les proportions de tous les éléments constitutifs du lait, résultat que M. Henri Imbert propose d'appeler « polylactie provoquée » : nous ne croyons pas, pour notre compte, pouvoir en admettre la signification.

En effet, toutes les expériences faites à ce sujet ont démontré que les variations journalières, naturelles, de la composition du lait d'une même vache, constamment soumise au même régime, sont bien plus grandes — en volume et en qualité — que celles qui résultent de n'importe quel mode d'alimentation. Et, lorsqu'en présence d'un échantillon possédant une composition indiscutable de lait mouillé, le laitier incriminé soulève la question d'alimentation, nous pensons, avec M. H. Imbert, que cette explication cache le désir d'échapper aux conséquences d'une fraude constatée.

Vu bon à imprimer :
Montpellier, le 10 mai 1912.
Le Président de la Thèse,
H. IMBERT.

Vu :
Montpellier, le 12 mai 1912.
Le Directeur de l'Ecole,
G. MASSOL.

Vu et permis d'imprimer :
Montpellier, le 13 mai 1912.
Le Recteur,
A. BENOIST.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

Ackermann (Dr). — Caractérisation du mouillage du lait au moyen du réfractomètre. *Annales de Chimie analytique*, décembre 1908, p. 469.

Astre et Fonzes-Diacon. — Sur l'écrémage spontané du lait. *Bulletin de Pharmacie du Sud-Est*, juillet 1911.

Basset. — Thèse de doctorat en pharmacie, Bordeaux, 1905.

Barthélémy. — Thèse de doctorat en pharmacie, Nancy, 1907.

Brévans (J. de). — La composition chimique du lait. *Hygiène de la viande et du lait*, 1909, n° 12.

Bruno (Albert). — Note. *Annales des Falsifications*, juin 1909, p. 263.

Bulletin international de la répression des fraudes. — Mai 1909, p. 168.

Cailloux. — Variations journalières de la richesse en beurre du lait de vache. *Bulletin de la Société de Pharmacie de Bordeaux*, novembre 1910.

Cornalba (G.). — Etude comparative des nouvelles méthodes propres à découvrir le mouillage dans le lait. *Annales des Falsifications*, 1909, p. 529.

Cothereau. — Recherche du mouillage des laits par le réfractomètre. Thèse de doctorat en pharmacie, Paris, 1905.

Defrance. — Les normes des laits de Montpellier. Thèse de Doctorat en pharmacie, Montpellier, 1908.

Denigès. — Précis de Chimie analytique, 2e édition. Bibliothèque de l'Etudiant en Pharmacie, Paris, 1903.

Desbarrières. — Etude sur les laits de Touraine. Thèse de doctorat en pharmacie, Paris, 1909.

Ducros. — Les constantes physiques du lait. Thèse de Doctorat en Pharmacie, Montpellier, 1905.

Farines (A.). — Au sujet de la Polylactie, ou mouillage au ventre. *Industrie laitière*, 1910, p. 377.

Gautier (Armand) et Arthus. — Leçons de chimie biologique normale et pathologique, Paris, 1897.

Gérard et Bonn. — Traité pratique d'analyse des denrées alimentaires, Paris, 1908.

Grélot. — *Journal de pharmacie et de chimie*, avril et 1er mai 1907.

Grimbert. — Leçon inaugurale du cours de chimie biologique, à l'Ecole supérieure de pharmacie de Paris, 1907.

Gouirand. — L'écrémage spontané. *Bulletin de Pharmacie du Sud-Est*, mars 1911.

Imbert (Henri). — *Bulletin de Pharmacie du Sud-Est*, mars 1904.

Kling et Roy. — L'analyse des laits altérés. *Annales des Falsifications*, juin 1909, p. 257.

Lajoux. — *Journal de Pharmacie et de Chimie*, 16 juin 1905.

Leach et Lithgoe. — Méthodes physiques pour l'analyse du lait. *J. of amer. Chem. Soc.*, 1904, p. 1195.

Lesage et Dongier. — Résistivité électrique des liquides. Comptes rendus de l'Académie des Sciences, mars 1902.

Lindet. — Le lait, Paris.

Mai et Rothenfusser. — Communication de la Station officielle d'examen des laits de la ville de Munich. *Annales de Chimie analytique*, 1910, p. 118.

Malpeaux. — Mémoires de la Société d'alimentation rationnelle du bétail, 1909.

Meillère. — Emploi des étuves à 37° en chimie analytique. *Journal de Pharmacie et de Chimie*, 1er décembre 1902.

— Considérations sur l'analyse du lait. *Bulletin des sciences pharmacologiques*, mai 1908, p. 269.

Monier, Chesney et Roux. — Traité théorique et pratique sur les fraudes et falsifications, Paris, 1909.

Monvoisin. — Le lait, son analyse, son utilisation. Paris, 1911.

Marcas (L.) et Huyge (C.). — Rapport sur l'influence de l'alimentation des vaches laitières sur la composition du lait. *Annales des Falsifications*, novembre 1911.

Monvoisin. — La composition chimique du lait tuberculeux. *Hygiène de la viande et du lait*, 1909, n° 4.

Moussu. — De l'influence de l'état de santé des laitières sur la valeur du lait alimentaire. *Hygiène de la viande et du lait*, 1909, n° 10.

Parmentier. — Cryoscopie du lait. *Presse médicale*, 4 mars et 1er avril 1903.

Perrin (J.-M. et P.). — Guide pratique pour l'analyse du lait, 1909.

Petersen. — Dissertation inaugurale de Kiel, 1904.

Poggiale. — Comptes rendus de l'Académie des sciences, 1849, p. 505.

Porcher. — De l'influence de l'alimentation sur la composition du lait. *Hygiène de la viande et du lait*, 1909, n° 9.

Quesneville. — *Moniteur scientifique*, 1884, 1902 et 1904.

Rapport général sur les diverses questions relatives au commerce du lait. — Comptes rendus du Conseil départemental d'hygiène de la Seine. Séances du 15 mai et du 27 août 1857.

Stœcklin. — La Cryoscopie du lait. *Annales des Falsifications*, mai 1911.

Sidersky. — La réfractométrie et ses applications pratiques. Encyclopédie Léauté, Paris, 1909.

Thorpe (Th.-Edward). — L'analyse des échantillons de lait adressés aux laboratoires d'Etat anglais, en exécution des lois sur la vente des produits alimentaires et médicamenteux. Traduction de M. Henri Fabre. *Annales des Falsifications*, février 1909, p. 60.

Touchard et Bonnétat. — Communication au Congrès international de laiterie, Paris, 1905.

Villiers, Collin et Fayolle. — Traité des Falsifications et Altérations des substances alimentaires, Paris, 1911 :
Aliments sucrés.
Aliments lactés et aliments gras.

Villiers et Bertault. — Sur la déviation réfractométrique du petit lait. *Bulletin de la Société chimique*, 1898.

Winter. — Comptes rendus de l'Académie des Sciences, 11 novembre 1895, p. 696.

— *Revue internationale des Falsifications*, novembre 1903.

TABLE DES MATIÈRES

Pages

INTRODUCTION 5

Les Méthodes d'analyse 7

I. Analyse chimique du lait 7

II. Analyse chimique du lacto-sérum 20

III. Examen physique du lait et du lacto-sérum 29

IV. Analyse des laits conservés par addition de bichromate de potassium 49

Les variations de composition du lait et la recherche du mouillage et de l'écrémage 57

I. Les variations naturelles 57

II. La Polylactie : variation provoquée 72

CONCLUSIONS 95

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE 99